

Aus dem Institut für Obstbau  
der Justus Liebig-Universität Giessen  
Direktor: Prof. Dr. W. Gruppe

und dem Institut für Botanik  
der Hessischen Lehr- und Forschungsanstalt  
für Wein-, Obst- und Gartenbau in Geisenheim/Rhg.  
Leiter: Prof. Dr. G. Reuther

---

## EXPERIMENTE ZUR REGULATION DER KNOSPENRUHE

DISSERTATION  
zur Erlangung des Doktorgrades  
bei der Landwirtschaftlichen Fakultät  
der Justus Liebig-Universität Giessen

eingereicht von  
**B.Sci.Agr. Diplomlandwirt Cheng, Cheng-Yung**  
aus Hsinchu/Taiwan  
Republik China

Giessen 1971

---



Aus dem Institut für Obstbau  
der Justus Liebig-Universität Giessen  
Direktor: Prof. Dr. W. Gruppe

und dem Institut für Botanik  
der Hessischen Lehr- und Forschungsanstalt  
für Wein-, Obst- und Gartenbau in Geisenheim/Rhg.  
Leiter: Prof. Dr. G. Reuther

---

## EXPERIMENTE ZUR REGULATION DER KNOSPENRUHE

DISSERTATION  
zur Erlangung des Doktorgrades  
bei der Landwirtschaftlichen Fakultät  
der Justus Liebig-Universität Giessen

eingereicht von  
B.Sci.Agr. Diplomlandwirt Cheng, Cheng-Yung  
aus Hsinchu/Taiwan  
Republik China

Giessen 1971

Gedruckt mit Unterstützung des Deutschen  
Akademischen Austauschdienstes.



Dekan: Prof. Dr. R. Waßmuth

1. Berichterstatter: Prof. Dr. W. Gruppe

2. Berichterstatter: Prof. Dr. H. Schraudolf

Tag der mündlichen Prüfung: 14. Juni 1971

# INHALTSVERZEICHNIS

Seite

|                                                                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| A. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG                                                                                    | 1  |
| B. LITERATURÜBERSICHT                                                                                                | 4  |
| C. MATERIAL UND METHODEN                                                                                             | 9  |
| 1. Pflanzenmaterial                                                                                                  | 9  |
| 1.1. Reben                                                                                                           | 9  |
| 1.2. Prunus                                                                                                          | 10 |
| 1.3. Apfel                                                                                                           | 12 |
| 2. Methoden                                                                                                          | 12 |
| 2.1. Treibversuche nach natürlicher Kälteeinwirkung                                                                  | 14 |
| 2.2. Treibversuche nach artifizieller Kälteeinwirkung                                                                | 15 |
| 2.3. Nachwirkungen von Laubspritzungen mit Wachstumsregulatoren im Freiland                                          | 16 |
| 2.4. Treibversuche nach Laubspritzungen mit Wachstumsregulatoren                                                     | 17 |
| 2.5. Treibversuche nach Applikation von Wachstumsregulatoren auf die terminale Schnittfläche von Knospentriebstücken | 17 |
| 2.6. Veränderungen des ABS-Gehaltes in Knospen                                                                       | 18 |
| 3. Bonitierungen und Darstellungen des Knospenaustriebes                                                             | 20 |
| 4. Witterungsverlauf und Temperaturstunden-Summen                                                                    | 23 |
| D. ERGEBNISSE                                                                                                        | 27 |
| 1. Treibversuche nach natürlicher Kälteeinwirkung                                                                    | 27 |
| 2. Treibversuche nach artifizieller Kältebehandlung                                                                  | 33 |
| 3. Nachwirkungen von Laubspritzungen mit Wachstumsregulatoren im Freiland                                            | 45 |
| 4. Treibversuche nach Laubspritzungen mit Wachstumsregulatoren                                                       | 50 |

|                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5. Treibversuche nach Applikation von Wachstumsregulatoren auf die terminale Schnittfläche von Knospentriebstücken | 62 |
| 6. Veränderungen des Gehaltes an Abscisinsäure in Knospen von Reben und Kirschen                                   | 68 |
| 6.1. Methoden                                                                                                      | 68 |
| 6.2. Ergebnisse                                                                                                    | 71 |
| 6.3. Wirkung von ABS-Applikation auf die terminale Schnittfläche                                                   | 76 |
| E. DISKUSSION                                                                                                      | 78 |
| F. ZUSAMMENFASSUNG                                                                                                 | 88 |
| G. LITERATURVERZEICHNIS                                                                                            | 90 |

### A. Einleitung und Problemstellung

Der normale Wechsel zwischen Vegetationsperiode und Ruhephase der Obstarten in den gemäßigten Klimazonen erfährt in Gebieten mit milden Wintertemperaturen Störungen. Diese manifestieren sich in einer verzögerten Belaubung im Frühjahr durch ungleichmäßigen Austrieb der Knospen und damit verbundener langsamer Entfaltung der Blätter und in einem schwachen Wuchs. Ein Teil der Knospen bleibt in einem bestimmten Entfaltungsstadium stehen, was schließlich zu einem Absterben und Abwerfen der Blütenknospen führen kann. Eine weitere Folge fehlender Winterruhe ist die zeitlich uneinheitliche Blüte bzw. Fruchtreife, so daß Blüten und reife Früchte nebeneinander vorkommen. Bei zu geringer Belaubung können noch Schäden durch die intensive Sonneneinstrahlung auftreten. Solche Erscheinungen finden sich in winterwarmen Jahren im südlichen Teil der Vereinigten Staaten (CHANDLER und TUFTS 1934; WEINBERG 1950), in Australien (WICKENS 1931; HARRIS 1950), in Afrika (BLACK 1953, JACKSON 1955), in Indien (JAVARAYA 1943), und in anderen subtropischen Zonen. Diese auf Grund zu geringer Kälteeinwirkung entstandene verlängerte Ruhe (Prolonged dormancy) verursacht in manchen Jahren große Ernteschäden.

In den winterkühlen Gebieten der gemäßigten Klimaten ist mit einer nicht ausreichenden Kälte nur gelegentlich zu rechnen, während der Anbau laubabwerfender Obstarten in den subtropischen Gebieten grundsätzlich problematisch ist. So herrschen beispielsweise in Taiwan während der Wintermonate Dezember und Januar in der Ebene nur selten Temperaturen unter 10°C und dies kaum länger als 200 Stunden. Da für den Anbau von Obstarten, die an kältere Klimaten angepaßt sind, auch in wärmeren Zonen ein wirtschaftliches Interesse besteht, ist es notwendig, entweder geeignete Sorten zu züchten (z.B. OPPENHEIMER 1968 in Israel mit Äpfeln) oder Kulturver-

fahren zu entwickeln, die unter den gegebenen Bedingungen befriedigende Ergebnisse liefern (s. Literaturübersicht, S. 5 ).

Da es unter mitteleuropäischen Bedingungen nur mit grossem technischen Aufwand möglich ist, im Gewächshaus die Bedingungen wärmerer Gebiete zu simulieren, auf der anderen Seite der Verfasser während eines Studienaufenthaltes in der BRD spezielle, methodische Untersuchungen zu diesem Problem experimentell studieren wollte, wurden drei Teilkomplexe der Knospenruhe ausgewählt und experimentell bearbeitet.

1) In Experimenten mit abgeschnittenen Trieben oder Triebstücken, die während der Ruheperiode entnommen und bei denen natürliche niedrige Temperaturen bzw. in Lagerungsversuchen artifizielle Kälte eingewirkt hatten, wurde der Austrieb der Knospen unter konstanten Bedingungen im Gewächshaus ermittelt. Hierbei interessierten vor allem Fragen der Sorten- und Artenunterschiede bei Vitis und Prunus, sowie der Einfluß von "Kälteschocks", wie er durch ein plötzliches Absinken der Temperatur im Herbst oft gegeben ist.

2) In einer zweiten Serie von Experimenten wurde der Einfluß bekannter Wachstumsregulatoren, von denen fördernde und hemmende Wirkungen auf das Wachstum bekannt sind, auf den Knospenaustrieb untersucht. Die Wachstumsregulatoren wurden entweder im Herbst auf das Laub gespritzt und die Nachwirkungen auf das Austreiben der Knospen untersucht, oder sie wurden auf das apikale Ende von Knospentriebstücken nach der Entnahme im Freiland aufgebracht. Im Vordergrund stand hierbei die Frage nach der Wirkung in Abhängigkeit von dem Ruhezustand, d.h. dem Termin der Entnahme während der Winterruhe.

3) Schließlich wurden die Veränderungen des Gehalts an freier und glukosidisch gebundener Abscisinsäure in Knospen von Reben-  
sorte *Vitis vinifera* "Riesling" und Kirschensorte *Prunus avium*  
"F 12/I" vom Sommer/Herbst bis zum Austrieb im Frühjahr ermittelt  
und die erhaltenen Daten in Beziehung zum Austreiben der  
Knospen gesetzt.

Folgende Abkürzungen wurden im Text verwendet:

|         |                                |
|---------|--------------------------------|
| ABS     | Abscisinsäure                  |
| B 9     | N-Dimethylaminobernsteinsäure  |
| CCC     | Chlorcholinchlorid             |
| GA 3    | Gibberellinsäure               |
| IES     | $\beta$ -Indolylessigsäure     |
| Kinetin | 6-Furfurylaminopurin           |
| M H     | Maleinsäurehydrazid            |
| NES     | $\alpha$ -Naphthylelessigsäure |

## B. Literaturübersicht

Die Bedeutung der Wintertemperaturen für den Austrieb ruhender Knospen laubabwerfender Obstgehölze wurde bereits frühzeitig erkannt. So hat KNIGHT (1801) festgestellt, daß Weinreben, die im Herbst ins Gewächshaus gebracht worden waren, nicht ausgetrieben sind. Zu ähnlichen Ergebnissen kam MÜLLER-THURGAU (1885). Treibversuche von ASKENASY (1877) mit *Prunus-avium*-Zweigen zeigten erstmalig die Abhängigkeit des Austriebes der Knospen vom Schnittzeitpunkt und damit von der vorher eingewirkten niedrigen Temperatur im Freiland. Pfirsichsorten wurden im Südwesten der USA von ONDERDONK (1887) hinsichtlich ihrer Anpassung an verschiedene Isothermen klassifiziert, wobei ein sortenspezifisches Kältebedürfnis festgestellt wurde. Weitere ältere Beiträge hierzu lieferten SIMON (1906), SMITH (1907), CHANDLER (1907) und MOLISCH (1909).

Die Mißernten der zwanziger Jahre beim Pfirsich in den südlichen USA, hervorgerufen durch zu milde Winter und einer daraus resultierenden verlängerten Knospenruhe, haben zu umfangreichen Untersuchungen über dieses Problem geführt (HODGSON 1924, WELDON 1934, CHANDLER und TUFTS 1934, WEINBERGER 1940, YARNELL 1940). Von CHANDLER et al. wurde erstmals der Begriff "Kältebedürfnis" (Chilling requirement) als die Stundenzahl definiert, die unterhalb einer bestimmten Temperaturgrenze für einen normalen Austrieb notwendig ist. Von MAGOON (1943) wurde die Temperaturschwelle, unterhalb der die Temperaturen längere Zeit einwirken müssen, für *Vitis labrusca* bei 7°C und von POUGET (1963) für *Vitis vinifera* bei 10°C angenommen. YARNELL (1940) fand für verschiedene Pfirsichsorten als kritische Temperaturschwelle 7°C und LAMB (1955) für *Rubus* ebenfalls 7°C. Für eine Reihe von Obstarten und -sorten ist das Kältebedürfnis noch nicht bekannt.

Parallel zu den Beobachtungen erfolgten schon frühzeitig Untersuchungen über die experimentelle Brechung der Knospen-

ruhe. Im Eiskasten wurden von HOWARD (1906, 1910, 1915) etwa 300 verschiedene Gehölze gekühlt und deren Austrieb bonitiert. Ähnliche Versuche führte de VRIES (1910) bei *Prunus triloba* und bei *Malus scheideckeri* durch. Eine wechselnde Temperaturbehandlung von  $+4^{\circ}$  und  $+21^{\circ}\text{C}$  war bei Pfirsichsämlingen gegenüber gleichbleibender Kühlung von  $+4^{\circ}\text{C}$  über 750 und 950 Stunden hinsichtlich der Brechung der Knospenruhe von geringerem Erfolg (OVERCASH und CAMPELL 1955).

Da eine experimentelle Kältebehandlung zwar Aufschluß über die Temperaturansprüche liefert, jedoch in der Praxis nicht anwendbar ist, wurden umfangreiche Untersuchungen über die Wirkung verschiedener chemischer Substanzen auf die Brechung der Knospenruhe bzw. auf den Austrieb geprüft. Bei *Vitis vinifera*-Sorten wurde der Einfluß von Chlorpromazin (POUGET 1965), Rindite (VARGA 1956, POUGET 1958, WEAVER 1961, BIGGS 1967), auf den Austrieb von Ruheknospen untersucht und eine Stimulation und Beschleunigung festgestellt.

BIGGS (1967) prüfte die Wirkung von über 200 Chemikalien auf die Ruheperiode von Pfirsichen und ermittelte Thioharnstoff, Thioacetamid, sowie Gemische von Gibberellinsäure mit Kinetin und  $\beta$ -Indolylessigsäure als geeignete Mittel zur Verkürzung der Ruheperiode.

Auch das Bestreichen der Ruheknospen mit Cytokinen hatte zu vorzeitigem Austrieb bei Reben und Pfirsichen geführt (WEAVER 1963, WEINBERG 1969). Diese Methoden bringen zwar Hinweise über physiologische Zusammenhänge, konnten jedoch aus verschiedenen Gründen in der Praxis nicht eingeführt werden.

In wintermilden Gebieten sind Spritzungen mit Dinitrocresolöl zwecks Brechung der Knospenruhe in Kulturen von *Malus*, *Pyrus* und *Prunus* mit Erfolg eingesetzt worden (WEINBERGER 1939 und 1940, SAMISH 1945, JEFFERY 1951). Dabei war der Anwendungszeitpunkt deshalb von Bedeutung, weil dieses Mittel

nur nach bereits partiell erfolgter Aufhebung der Knospenruhe wirksam war. Dinitrocresolöl förderte außerdem die Belaubung kaum den Blüten- und Fruchtausatz (WEINBERGER 1950). Obwohl dieses Verfahren im Südostteil der USA verschiedentlich erfolgreich war, hat es dort noch keine wirtschaftliche Bedeutung erlangt. Spritzungen mit Gibberellinsäure haben bei manchen Obstsorten zu einer Verlängerung der Winterruhe geführt, z.B. bei Vitis (ALLEWELDT 1959, BRIAN 1960, WEAVER 1959 und 1961) und bei den Prunusarten (BRIAN 1960). Ähnliche inhibitorische Nachwirkungen wurden auch bei  $\alpha$ -Naphthyllessigsäure festgestellt (NIGOND 1960, WEAVER 1961).

Um regulierend auf die Knospenruhe einwirken zu können, ist die Kenntnis der physiologischen Veränderungen in überwinternden Organen notwendig. Besondere Aufmerksamkeit wurde den Wechselbeziehungen endogener Wachstumsregulatoren untereinander und mit anderen Stoffgruppen im Zusammenhang mit der Einwirkung niedriger Temperatur zuteil. Die Bedeutung des Kohlenhydrathaushaltes bei der Beantwortung eines Kältereizes in ruhenden Pflanzenorganen wurde bereits frühzeitig erkannt. So haben MÜLLER-THURGAU (1882), APPLEMAN (1916), BUTLER (1923), HOPKINS (1924), POJARKOVA (1924) und DENNY (1929) festgestellt, daß unter Kältebedingungen der Zuckergehalt ansteigt. Im Zusammenhang mit der Physiologie der Frostresistenz wird in neuerer Zeit in zahlreichen Untersuchungen über die kälteabhängige Stärkehydrolyse berichtet. EIFERT und EIFERT (1966) zeigten bei Vitis einen charakteristischen Verlauf während der Winterruhe auf, so geht das herbstliche Stärkemaximum in ein winterliches Zuckermaximum über, das in ein erneutes Stärkemaximum vor dem Austrieb mündet und schließlich während des Knospenschwellens wiederum abgebaut wird. Das sortenspezifische Reaktionsvermögen des Kohlenhydratmetabolismus konnte mit Frostresistenz bzw. mit Frostempfindlichkeit in Beziehung gesetzt werden (REUTHER 1968), wobei die Perzeption des Kältereizes von der jeweiligen Phase der Winterruhe abhängig war.

KLEBS (1914) und HOWARD (1915) postulierten eine spezifische Enzymaktivität im Zusammenhang mit der Ruhephase. Bei Äpfeln und Pfirsichen nahm der Gesamtkohlenhydratgehalt von August bis Oktober zu, während der pH-Wert ziemlich niedrig blieb und erst zu Beginn der Vegetationsperiode anstieg (ABOTT 1923).

Auf eine Verbindung des Knospenaustriebes mit dem Verschwinden eines Hemmstoffes bei gleichzeitiger Aktivierung von Hexose, Saccharose und organischen Säuren, sowie auf den Anstieg des osmotischen Wertes hat schon GARDNER (1929) bei Birnenzweigen hingewiesen. Nach POUGET (1963) leiten anaerobe Atmungsvorgänge den Austrieb der Knospen ein. In letzter Zeit zeigte CHAUDHRY (1966, 70), daß die Einwirkung von Kälte bzw. Wärme ( $45^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) bei Birnenzweigen zur Beendigung der Ruhe führt, wobei eine direkte Korrelation zwischen unlöslichem N-Gehalt und der Knospenaktivität besteht. Das esterartige gebundene Phosphat nimmt zu ebenso die RNS-Synthese und die DNS, die aus DNS-Phosphoprotein-Komplexen freigesetzt wird. CHEBAN (1968) fand eine Blockierung der Nukleinsäureakkumulation in ruhenden Rebknospen, die bei Austrieb aufgehoben wird.

Die Wechselwirkung von Auxinen und natürlichen Hemmstoffen wurde von BLOMMAERT (1955) untersucht, der in der Ruheperiode in Pfirsichknospen einen niedrigen Auxinspiegel, der mit einem hohen Gehalt an Hemmstoffen korrespondiert, fand. Eine Zugabe von GA 3 verursachte bei Kartoffel das Verschwinden des endogenen Inhibitors (BOO 1961).

Durch Isolierung des nativen Hemmstoffes Abscisisinsäure aus jungen Baumwollfrüchten durch OKHUMA et al. (1963) wurde ein neuer Impuls für das Studium der Ruhephase von Samen und Knospen gegeben. Abscisisinsäure wurde in den Samen und Knospen einer Reihe von Pflanzen gefunden (s. MILBORROW 1967, und zusammenfassender Überblick, WAREING 1969, CORNFORTH et al. 1966, DÖRFLING 1967). Sie wirkte als Antagonist der Gibberellinsäure bei *Acer pseudoplatanus* (THOMAS et al. 1965), der  $\beta$ -Indolylessigsäure bei Hafer (MILBORROW 1966), des

Benzyladenins bei Lemna (van OVERBEEK et al. 1967) und des Kinetins bei Salatsamen (SANKHLA und SANKHLA 1968).

Die Zugabe von ABS blockiert bei Lemna die DNS-Synthese (van OVERBEEK et al. 1967) und bei Fraxinus excelsiour eine bestimmte m-RNS, wodurch die Synthese eines spezifischen Proteins gefördert wird, das an der Aufhebung des Ruhezustandes beteiligt ist (VILLIERS, 1968).

Nach den Untersuchungen von EL-ANTABLY et al. (1967) bewirkt ABS unter Langtagbedingungen bei Betula pubescens, Acer pseudoplatanus und Ribes nigrum die Ausbildung von Ruheknochen.

In letzter Zeit veröffentlichten CORGAN und PEYTON (1970) Ergebnisse von Biotesten an ruhenden und aufbrechenden Pfirsichknochen, die das Vorhandensein eines Hemmstoffes, den er als ABS identifiziert, zeigen. Auch bei Aprikosen-Blütenknochen konnten RAMSAY und MARTIN (1970) typische jahreszeitliche Veränderungen von hemmenden und fördernden Substanzen im Biotest nachweisen.

Aus den bisherigen Untersuchungen und Experimenten kann geschlossen werden, daß das Wechselspiel zwischen fördernden Faktoren und Wuchsstoffen wie Gibberellin oder GA-ähnlichen Substanzen, hemmenden Faktoren und Hemmstoffen, von denen die Abscisisäure wahrscheinlich wichtig ist, besonders die Knochenruhe und das Austreiben der Knochen kontrollieren.

## C. Material und Methoden

### 1. Pflanzenmaterial

Für Untersuchungen über die Wirkung verschiedener Behandlungen auf den Austrieb der Knospen laubabwerfender Obstgehölze wurden drei Obstarten herangezogen,

1.1. verschiedene Rebsorten und Rebarten

1.2. verschiedene Prunusarten und Sorten, insbesondere Kirschen und Pflaumen

1.3. in geringem Umfange die Apfelsorte "Golden Delicious"

Hierbei wurden im einzelnen verwendet:

#### 1.1. Reben

Als Standardsorten, die in den meisten Versuchen einbezogen wurden, fanden die beiden Rebensorten *Vitis vinifera* "Riesling" und "Spätburgunder" Verwendung, die an verschiedene Klimazonen angepasst sind.

Beim "Riesling" wurde der Klon 239 Gm auf der Unterlage 26 G verwendet. Die Pflanzen standen in der Lage Mäuerchen des Instituts für Weinbau der Hessischen Lehr- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau. Sie waren im Jahre 1958 gepflanzt, d.h. während der Untersuchungen also 9 - 12 Jahre alt.

Bei der zu den Untersuchungen herangezogenen Sorte "Spätburgunder" handelt es sich um den Klon 13 Gm auf der Unterlage 5 BB, der im Jahre 1960 in der Lage Fuchsberg des oben genannten Instituts gepflanzt worden war und damit 7 - 10 Jahre stand.

Für die Kühllagerungsversuche wurden zusätzlich 2 Unterlagenklone herangezogen, die sich in Bezug auf Herkunft (Anpassung an das Klima) und Verhalten stark unterscheiden, *Vitis riparia* und *Vitis rupestris*.

Der Klon *Vitis riparia* "1 G" ist eine in Geisenheim aus Kernaussaat von *Vitis riparia* vorgenommene Selektion, die 1950 im Institut für Rebenzüchtung aufgepflanzt wurde. *Vitis riparia* stammt aus Nordamerika und wird als "Uferrebe" bezeichnet. Ihr Ver-

breitungsgebiet erstreckt sich von Texas bis Kanada im Bereich des Mississippi. Der Klon ist dem gemäßigten Klima angepasst.

Von *Vitis rupestris* wurde der Klon "du Lot" verwendet, eine Selektion von M.R. Sijas in Montpellier. Die Art ist im südlichen Gebiet der USA verbreitet. Der Klon ist besonders an arides Klima und Trockenheit angepasst.

## 1.2. Prunus

Bei den untersuchten Prunusarten beschränkten wir uns auf Kirschen- und Pflaumensorten und Arten, weil hierüber in der Literatur sehr wenige Angaben vorlagen und sich die Arbeiten des Instituts für Obstbau, Giessen, konzentrieren. Bei den Lagerungsversuchen fanden die *Prunus avium*-Sorten "Hedelfinger Riesenkirsche" und "Rotterts Braune" sowie der Unterlagenklon "F 12/I" Verwendung.

Die Bäume der beiden Sorten standen auf der Unterlage "F 12/I" und waren im Jahre 1962 in der Anlage Lachacker I des Instituts für Obstbau, Geisenheim, gepflanzt. Während die Sorte "Hedelfinger" in Mitteleuropa eine weite Verbreitung zeigt, handelt es sich bei der Sorte "Rotterts Braune" um eine Hessische Lokalsorte.

Das Material von "F 12/I" stammt von 4-jährigen Bäumen, die in der Versuchsstation des Instituts für Obstbau, Giessen, in Nidderau-Heldenbergen, Quartier H, in Heckenform aufgepflanzt waren.

Spritzungen mit Wachstumsregulatoren wurden vorgenommen an in Heckenform aufgepflanzten Unterlagen, die ebenfalls in Nidderau/Heldenbergen im Quartier H standen und zwar

*Prunus avium*-Klon "F 12/I" (4-jährig)

*Prunus avium* Sämlinge "Hüttner 170/53" eine Hochzucht für Kirschunterlagen aus kontrollierter Befruchtung, 4-jährige Bäume.

Prunus mahaleb Sämlinge "Heimann X", eine Hochzucht für Unterlagen, die selbstfertil sein soll, das Alter der Bäume betrug ebenfalls 4 Jahre.

Für die zeitlich gestaffelten Treibversuche ohne Behandlungen wurden aus den Sortimenten des Instituts für Obstbau, Giessen, in Nidderau/Heldenbergen folgende Arten und Sorten verwendet:

| <u>Kirschartige (Quartier F)</u> | Quartier | Reihe        | No.          |
|----------------------------------|----------|--------------|--------------|
| Pr. avium "F 12/I                | H        | 14 Parzellen | à 8 Pflanzen |
| P. avium "Hüttner 170/53"        | H        | 76 "         | " 8 "        |
| P. avium "Harzer Selekt"         |          |              |              |
| (Passecker)                      | A        | 02           | 01           |
| P. avium x fruticosa             | F        | 07           | 01           |
| P. canescens EM                  | F        | 10           | 11           |
| P. concinna                      | F        | 09           | 01           |
| P. fruticosa                     | F        | 09           | 02           |
| P. mahaleb I                     | F        | 08           | 01           |
| P. mahaleb "Heimann X"           | H        | 14 Parzellen | à 8 Pflanzen |
| P. padus                         | F        | 01           | 01           |
| P. pseudocerasus                 | F        | 04           | 07           |
| P. serrulata cv. Hisakura        | F        | 09           | 09           |
| P. subhirtella wadai             | F        | 09           | 05           |
| P. virginiana                    | F        | 02           | 01           |
| P. yedoensis                     | F        | 09           | 17           |
| P. besseyi                       | G        | 01           | 01           |

Pflaumenartige (Quartier G)

|                                  |   |    |    |
|----------------------------------|---|----|----|
| P. cerasifera Myrobalana B       | A | 02 | 04 |
| P. divaricata, Selektion Kuppers | G | 09 | 01 |
| P. domestica "Ackermann"         | A | 01 | 04 |
| P. domestica "Brompton"          | A | 01 | 01 |
| P. domestica "Gurmer Fdlg."      | A | 01 | 02 |
| Gr. Gr. Reneklode                |   |    |    |
| P. domestica Typ Frohn           | G | 06 | 01 |
| P. insititia, "Nancy 64"         | A | 01 | 05 |
| P. insititia "Nancy 104"         | A | 01 | 06 |
| P. munsoniana                    | G | 07 | 13 |
| P. salicina                      | G | 07 | 09 |
| P. tenella                       | G | 05 | 01 |

Die Pflanzen waren 4 - 5 Jahre alt.

### 1.3. Apfel

Die Apfelsorte "Golden Delicious" wurde nur in einem Jahr in die Untersuchungen einbezogen. Das Material stammte von den Bäumen der Versuchsanlage Ebental/Rüdesheim (Institut für Obstbau, Geisenheim), die im Jahre 1955 gepflanzt waren.

### 2. Methoden

Für die Untersuchungen wurden folgende Methoden angewandt:

- 2.1. Während des Herbstes und Winters wurden in zeitlichen Abständen Triebe geschnitten und im Gewächshaus bei 20°C getrieben (Treibversuche nach natürlicher Kälteeinwirkung).
- 2.2. Im Herbst wurden Triebe geschnitten, die eine unterschiedlich lange Lagerung bei verschiedenen Temperaturen in Kühlzellen erhielten. Nach Einwirkung von bestimmter Dauer (in Stunden oder Tagen) wurden die Triebe in einem Gewächshaus bei ebenfalls 20°C getrieben (Treibversuche nach artifizieller Kälteeinwirkung).
- 2.3. Im Herbst vor Blattfall wurde das Laub mit Wachstumsregulatoren verschiedener Konzentrationen bespritzt. Beobachtet wurde die Nachwirkung der Behandlungen auf Austrieb und andere Merkmale der so behandelten Pflanzen (Nachwirkungen von Laubspritzungen mit Wachstumsregulatoren im Freiland).
- 2.4. Außerdem wurden von den so behandelten Pflanzen während der Ruheperiode Triebe in ein Gewächshaus gebracht und der Austrieb beobachtet (Treibversuche nach Laubspritzungen mit Wachstumsregulatoren).
- 2.5. Während der Ruhe wurden von Reben (und Apfel) in Abständen Triebe geschnitten, einknoselige Knospentriebstücke hergestellt, auf deren terminale Schnittfläche Wachstumsregulatoren in definierten Mengen aufgetropft wurden. Die Knospentriebstücke standen im Gewächshaus bei 20°C, es wurde die Wirkung der Applikation beobachtet und des Austriebs (Treibversuche nach Applikation der Wachstumsregulatoren auf die terminale Schnittfläche von Knospentriebstücken).

- 2.6. Bei Rebensorte "Riesling" und Kirschen-Unterlagenklon "F 12/I" wurden mit Sommer bzw. Herbst beginnend bis zum Frühjahr Knospen entnommen und auf ihren Gehalt an ABS untersucht (Veränderungen des ABS-Gehaltes in Knospen).

## 2.1. Treibversuche nach natürlicher Kälteeinwirkung

### Reben

Diese Versuche erfolgten bei der Rebensorte "Spätburgunder" in den Jahren 1967/68, 1968/69, 1969/70 und 1970/71, bei der Rebensorte "Riesling" in den Jahren 1969/70 an standardisierten Knospentriebstücken.

Hierbei wurden aus der Mitte der einjährigen Ruten 5 - 6 einäugige Knospentriebstücke (ca. 5 cm lang) geschnitten, in mit Sand gefüllte Multitöpfe 2 cm tief gesteckt und bei 20°C im Gewächshaus zum Austreiben gebracht. Die Anzahl der Knospentriebstücke in jeder Behandlung betrug 20 bis 50 Stück.

### Apfel

Bei der Apfelsorte "Golden Delicious" kamen aus der Mitte eines einjährigen Langtriebes 5 - 6 einäugige Knospentriebstücke, je nach Internodienlänge 3 - 5 cm lang, zur Verwendung. Jede Behandlung umfaßte 50 Stecklinge.

### Prunus

Bei den Prunusarten bzw. -sorten wurden je 10 einjährige Langtriebe, die arten- und sortenspezifische Längen besaßen, an der Triebbasis abgeschnitten und dann wie oben beschrieben in mit Sand gefüllte Töpfe gestellt.

Das Gewächshaus hatte eine konstante Temperatur von 20°C  $\pm$  1°, die Luftfeuchtigkeit wurde durch Giessen hoch gehalten, die Multitopfplatten standen unten in Wasser, sodaß das Substrat während der Treibversuche feucht blieb.

## 2.2. Treibversuche nach artifizieller Kälteeinwirkung

### Reben

Triebe von folgenden Rebenarten und -sorten wurden hierfür verwendet: "Riesling" (1969/70), "Spätburgunder" (1969/70) und (1970/71), "Rupestris du Lot" (1969/70) und "Riparia 1 G" (1969/70). Im Jahre 1969/70 wurden die Ruten von "Riesling" vor dem ersten Frost am 14. 10. 1969 geschnitten, außerdem nach dem ersten Frost am 20. 11. Nach dem ersten Frost wurden ebenfalls die anderen Ruten entnommen "Spätburgunder" am 21. 11. 1969; "Rupestris" und "Riparia" beide am 27.11.1969. Bei der Sorte "Spätburgunder" wurden im folgenden Jahre noch einmal Ruten vor dem ersten Frost - am 15. 10. 1970 - entnommen.

Aus diesen Trieben wurden, wie oben angegeben, aus der Mitte Knospentriebstücke geschnitten, die nach Tauchen in einer 0,2 %igen Chinosollösung (um einem Befall mit Botrytis vorzubeugen) in PVC-Beuteln verschlossen wurden.

Die Lagerung in Kühlräumen erfolgte bei +4,  $\pm$  0 und -5° C (1969/70) bzw. +4, +1 und +5° C (1970/71).

Die Lagerdauer bei den verschiedenen Temperaturen wurde im Bereich von rund 24 bis 1032 Stunden variiert. Hierbei traten bei der längsten Lagerdauer und den niedrigsten Temperaturen Schädigungen ein. Jede Behandlung umfaßte 20 bis 40 Knospen-triebstücke.

### Prunus avium

Jede Behandlung bestand aus 10 einjährigen Langtrieben der Sorten "Hedelfinger", "Rotterts Braune" und des Unterlagen-Klons "F 12/I", die beiden ersten wurden am 1.12.1969, die letzteren am 5.12.1969 (in allen Fällen nach Frosteinwirkung) geschnitten. Die Lagertemperaturen der Reiser, die in PVC-Folie eingewickelt waren, betrugen +4,  $\pm$  0, -5 und -10° C. Die Dauer der Behandlungen variierte zwischen 168 und 1164 Stunden.

Nach Entnahme aus dem Kühllager wurden die Triebstücke bzw. Triebe wie oben beschrieben in einem Gewächshaus von 20° C zum Austrieb gebracht.

### 2.3. Nachwirkungen von Laubspritzungen mit Wachstumsregulatoren im Freiland

#### Reben

1968 wurde zunächst ein Tastversuch mit der Sorte "Spätburgunder" durchgeführt. Je 5 Rebstöcke wurden mit je 2 Litern folgender wässriger Lösungen und Konzentrationen am 6. September gespritzt:

|                           |        |     |         |
|---------------------------|--------|-----|---------|
| GA 3                      | 50 ppm | und | 500 ppm |
| IES                       | 50 "   |     | 500 "   |
| NES                       | 50 "   |     | 500 "   |
| Kinetin                   | 50 "   |     | "       |
| B 9                       | 50 "   |     | 500 "   |
| CCC                       | 50 "   |     | 500 "   |
| MH                        | 50 "   |     | 500 "   |
| Kontrolle ohne Behandlung |        |     |         |

Aufgrund der beobachteten Wirkungen wurde 1969 am 2. 9. an 5 Stöcken, jedoch anderen Pflanzen der Sorte "Spätburgunder" sowie an "Riesling" (je 5 Pflanzen in 3maliger Wiederholung) die Laubspritzungen wiederholt, wobei jedoch nur mit einer Konzentration von 500 ppm gearbeitet und die Kinetinspritzung nicht mit einbezogen wurde.

#### Kirschen

Die Spritzungen auf das Laub wurden am 9.9.1969 bei den drei Unterlagen "F 12/I", "Hüttner 170/53" und "Heimann X" durchgeführt, wobei einheitlich 500 ppm von GA 3, IES, NES, B 9, CCC und MH und Kontrolle 2 Liter Wasser für jeweils 8 in Heckenform gezogenen Pflanzen gespritzt wurden. Der Gesamtversuch umfaßte eine viermalige Wiederholung. Bei "Hüttner 170/53" wurden zusätzlich die Standardkonzentrationen variiert und 500, 1000 und 1500 ppm verwendet.

Die Beobachtungen erstreckten sich auf den zeitlichen Aus-  
trieb der Pflanzen im nächsten Frühjahr. Bei Reben wurde

außerdem die Wirkung auf die Traubenausbildung festgestellt.

#### 2.4. Treibversuche nach Laubspritzungen mit Wachstumsregulatoren

##### Reben

Um die Wirkungen der unter 2.3. beschriebenen Laubspritzungen auf die Ruhe der Knospen zu ermitteln, wurden von den Reben in regelmäßigen Abständen Knospentriebstücke in der oben beschriebenen Weise geschnitten und im Gewächshaus getrieben. Die Entnahmetermine lagen im Jahre 1969/70 am 23.10. (vor einer Frosteinwirkung) am 14/16.11., 12/13.12., 15/16.1., 20/21.2. und 24/25.3. (beim Riesling auch am 15.9. im belaubten Zustand).

Bei Spätburgunder des Jahres 1968/69 lagen die Termine der Entnahme am 18.11., 9.12.68, 13.1. und 10.2.1969

##### Kirschen

Die Entnahmetermine für Kirschen lagen zwischen dem 1.10.1969 und 16.3.1970, an 8 Terminen. Es handelt sich um die gleichen Pflanzen wie unter 2.3. beschrieben.

#### 2.5. Treibversuche nach Applikation von Wachstumsregulatoren auf die terminale Schnittfläche von Knospentriebstücken

##### Reben

Von der Sorte "Spätburgunder" wurden im Herbst und Winter 1967/68 (am 6.12., 9.1., 1.2. und 4.3.) und 1969/70 (am 25.11., 11.12., 13.1. und 10.2.) Knospentriebstücke geschnitten (wie oben beschrieben) und in ein Gewächshaus von 20° in Multitöpfe gesteckt. Auf die terminale Schnittfläche wurden in wässrigen Lösungen folgende Wachstumsregulatoren getropft:

|            |        | 1967/68   |      |      | 1969/70   |  |
|------------|--------|-----------|------|------|-----------|--|
| Kontrolle  |        | Kontrolle |      |      | Kontrolle |  |
| GA 3       | in Aug | 0,25      | 2,50 | 25,0 | 2,50      |  |
| GA 3 + CCC |        | je 2,50   |      |      | —         |  |
| GA 3 + IES |        | je 2,50   |      |      | —         |  |
| IES        |        | 0,25      | 2,50 | 25,0 | 2,50      |  |
| NES        |        | 0,25      | 2,50 | 25,0 | 2,50      |  |
| Kinetin    |        | 0,25      | 2,50 | 25,0 | —         |  |
| B 9        |        | 0,25      | 2,50 | 25,0 | —         |  |
| CCC        |        | 0,25      | 2,50 | 25,0 | 2,50      |  |
| MH         |        | 0,25      | 2,50 | 25,0 | —         |  |

#### Apfel

Bei der Apfelsorte "Golden Delicious" wurden die gleichen Behandlungen wie bei der Sorte "Spätburgunder" im Jahre 1967/68 durchgeführt. Auf eine Wiederholung im folgenden Jahr wurde verzichtet. Jede Behandlung wurde an 50 Knospentriebstücken durchgeführt.

#### 2.6. Veränderungen des ABS-Gehaltes in Knospen

Hierzu wurden vom "Riesling" an 10 Terminen zwischen dem 18.8.1969 und 24.3.1970, sowie von "F 12/I" an 9 Terminen zwischen dem 1.10.1969 und dem 15.4.1970 je 20 g bzw. 40 g Knospen von einjährigen Trieben an jedem Zeitpunkt gesammelt, bei  $-25^{\circ}\text{C}$  in der Tiefkühltruhe aufbewahrt und im weiteren Verlauf aufgearbeitet.

Einzelheiten über die speziellen Methoden werden unter den Ergebnissen S. 68 angeführt.

In einem zusätzlichen Versuch wurde die Applikation von ABS auf die terminale Schnittfläche von Knospentriebstücke der Sorte "Riesling" geprüft. Die Knospentriebstücke wurden hierzu am 23. 10. 1969 geschnitten, ehe der erste Frost eintrat. Auf die terminalen Schnittflächen wurden jeweils 10

und 100  $\mu\text{g}$  ABS in wässriger Lösung appliziert und das Austreiben der Knospen bei 20° C verfolgt.

Eine weitere Modifikation erfolgte bei den Sorten "Riesling" und "Spätburgunder". Die Knospentriebstecklinge wurden nach Einwirkung von 240 Stunden Kälte von -5° C aus dem Kühlraum entnommen und dann 1,5 und 10  $\mu\text{g}$  ABS in wässriger Lösung auf die terminale Schnittfläche appliziert und der Austrieb bei 20° C verfolgt.



Abb. 1: Zustand der Knospen beim Austrieb. Oben: *Vitis vinifera* "Riesling", unten: *Pr. avium* "F 12/I".  
(Jeweils links; Knospen in Ruhe, rechts; Knospe im Austrieb. Knospen in diesem Zustand werden als "austreibende Knospen" bezeichnet)

### 3. Bonitierungen und Darstellungen des Knospenaustriebs

Um die Wirkungen der verschiedenen Behandlungen auf den Austrieb der Knospen in den Treibversuchen auf der einen Seite möglichst genau, auf der anderen Seite durch einen einzigen Wert beschreiben zu können, wurde folgendes Verfahren entwickelt:

Im Abstand von zuerst einem, später zwei bis drei Tagen wurde die Anzahl der austreibenden Knospen ermittelt.

Mit "austreibender Knospe" wurden solche Knospen bezeichnet, die sich auf rund die doppelte Länge vergrößerten und sich durch weiteres Wachstum auszeichneten. Abb. 1 zeigt zwei typische Beispiele für "ruhende" und "austreibende Knospen" bei der Rebensorte "Riesling" und der Vogelkirsche Pr. avium.

Die Werte wurden in Prozent der Gesamtknospenzahl umgerechnet und in einer Zeit-Summenkurve dargestellt.

In den meisten Fällen ergab sich ein typischer sygmoidförmiger Verlauf der Kurve, d.h. der Austrieb der Knospen war - in der Regel - normal verteilt.

In Abb. 2 werden drei Beispiele für das Verhalten der Knospen in Treibversuchen angeführt. Die Abszisse gibt die Zahl in Tagen an, vom Beginn des Treibens bei 20° C im Gewächshaus an gerechnet. Die Ordinate gibt die an den verschiedenen Tagen ausgetriebenen Knospen in Prozent der Gesamtknospenzahl der Versuchsserie an. In Abb. 2 wird bei (a) das Verhalten einer unbehandelten Kontrolle gezeigt. Die Knospentriebstücke wurden am 6.12.1967 geschnitten und gesteckt, nach 17 Tagen bei 20° C waren die ersten Knospen ausgetrieben, nach 18 Tagen rund 50 %, nach 28 Tagen rund 98 %.

Die Kurve (b) zeigt das Verhalten einer am 9.1.1968 geschnittenen Serie, die mit GA 3 behandelt war. Es ergibt sich ein vergleichsweise niedrigerer Kurvenverlauf. Die ersten Knospen brachen bereits nach 15

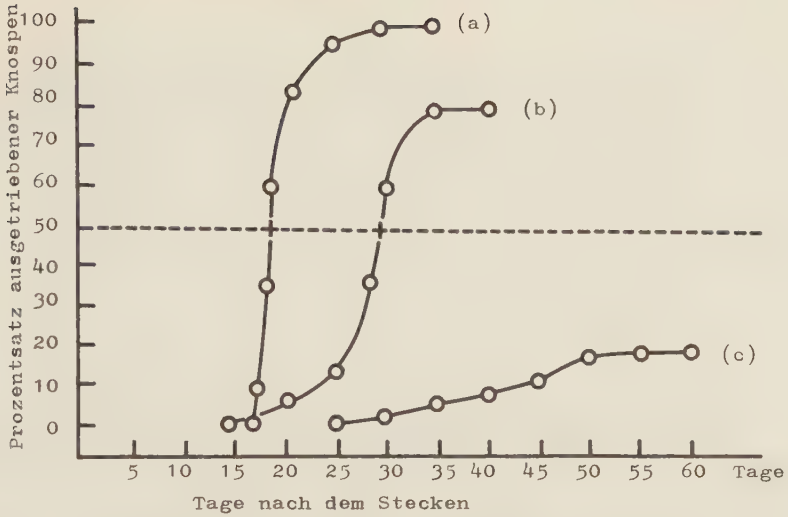


Abb. 2: Verlauf des Austriebes von Knospen der Rebensorte "Spätburgunder" bei verschiedenen Behandlungen (Erläuterung s. Text S. 20).

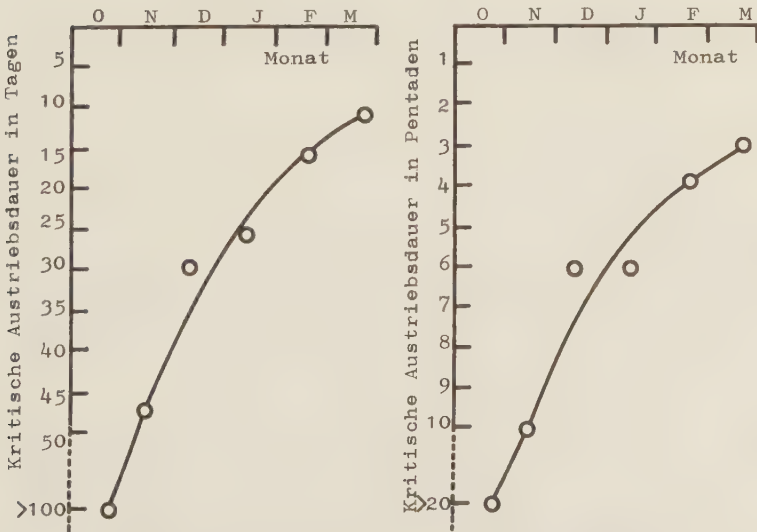


Abb. 3: Veränderung der "kritischen Austriebsdauer" im Verlauf des Winters bei der Rebensorte "Riesling" (links in Tagen, rechts in Pentaden.)

Tagen auf, aber erst nach 30 Tagen sind hier 50 % der Knospen ausgetrieben, nach 35 Tagen wird der höchste Wert von 80 % erreicht, die restlichen 20 % der Knospen trieben nicht mehr aus.

Bei (c) wurde eine andere Serie am 6.12.1967 geschnitten, mit GA 3 behandelt und im Gewächshaus zum Treiben gebracht. Die ersten Knospen trieben nach 25 Tagen aus, nach 60 Tagen waren nur rund 30 % der Knospen ausgetrieben, ein Wert, der nicht mehr überschritten wird. Das heißt, in diesem Fall war der Austrieb von rund 70 % der Knospen gehemmt.

In der Regel wurden die Beobachtungen im Gewächshaus bis 100 Tage nach dem Beginn des Treibens fortgesetzt.

Um das typische Verhalten der Knospen beim Austrieb in einer einzigen Zahl zum Ausdruck zu bringen, wird die Zahl von Tagen angegeben, bei denen 50 % der Knospen ausgetrieben waren. Dieser Wert wird als "kritische Austriebsdauer" bezeichnet. In den oben beschriebenen drei Beispielen ergibt sich bei (a) eine kritische Austriebsdauer von 18 Tagen, bei (b) eine solche von 30 Tagen und bei (c) eine solche von mehr als 100 Tagen, d.h. eine fast totale Hemmung des Austriebes.

Die kritische Austriebsdauer wurde als Index für die "Austriebsbereitschaft" der Knospen gewählt. Sie wird entweder in Tagen oder in Pentaden angegeben. In Abb. 2 wird das Verhalten hinsichtlich der Austriebsbereitschaft der Knospen der Rebensorte "Riesling" im Verlauf des Winters angeführt, wobei als Abszisse links Tage und rechts Pentaden verwendet wurden. Aus den beiden Graphiken ist das typische Verhalten ersichtlich. Triebe, die im Oktober entnommen wurden, sind total gehemmt und besitzen eine kritische Austriebsdauer von über 100 Tagen oder über

20 Pentaden. Die Austriebsbereitschaft während des Winters nimmt immer mehr zu, die "kritische Austriebsdauer" verkürzt sich laufend. Im Monat März sind noch 13 Tage erforderlich (oder 3 Pentaden) um 50 % der Knospen zum Austrieb zu bringen. Es muß hier festgestellt werden, daß in der Regel - und wenn nicht anders angegeben - meist über 90 % der Knospen insgesamt ausgetrieben sind.

#### 4. Witterungsverlauf und Temperaturstunden-Summen

Da der Verlauf der Witterung, insbesondere der Temperaturverlauf im Herbst die Austriebsbereitschaft der Knospen erheblich beeinflussen kann, sollen hier kurz die Temperatur-Verhältnisse während der Untersuchungsjahre 1967 - 1970 angeführt werden.

In Abb. 4 ist der Verlauf der Dekadenmittelwerte für die Maximum- und Minimumtemperaturen angeführt.

In den vier Jahren ergeben sich folgende Abweichungen vom langjährigen Mittel:

##### 1967

Im Vergleich mit den langjährigen Mitteln von 1931-60 zeigte das Jahr 1967 höhere Temperaturen im März bis Juli und besonders im Oktober. Insgesamt war die Jahresdurchschnittstemperatur höher. Der Juni und Juli waren trocken, die Niederschläge waren im August bis Oktober höher als der Durchschnitt. Auch die Dauer des Sonnenscheins war wesentlich länger. Der erste Frost trat relativ spät, erst am 18. November, ein.

##### 1968

Dieses Jahr zeichnete sich durch einen relativ warmen Frühling (März/April) und Oktober aus, während die Monate Mai bis September unter den langjährigen Mitteltemperaturen lagen. Der erste Frost trat am 12. November ein, November und Dezember waren kalt. Im Zeitraum von Mai bis September fielen überdurchschnittlich hohe Niederschläge. Die Sonnenscheindauer war kürzer als das Mittel.

### 1969

Der Januar war relativ warm mit einem nachfolgendem kalten Februar. Die Sommer- und Herbstmonate lagen mit den Temperaturen über dem Durchschnitt. Der erste Frost trat bereits am 6. November ein. Insgesamt fielen unterdurchschnittliche Niederschläge. Die Monate September und Oktober waren sehr trocken. Die Sonnenscheinstunden des Jahres waren geringer als der Durchschnitt.

### 1970

Januar bis Mai zeichneten sich durch unterdurchschnittliche Temperaturen aus, während die Monate September bis November relativ warm waren und über dem Durchschnitt lagen. Der erste Frost trat bereits am 16. Oktober ein. Die Gesamtniederschlagsmenge des Jahres entsprach mit 571 mm etwa dem Durchschnitt von 536 mm. Besonders die Monate April, Mai, Juli und Oktober waren relativ feucht.

Für die Berechnung der Stundensummen mit niedrigen Temperaturen wurde als Startpunkt für Reben  $+10^{\circ}\text{C}$  gewählt (POUGET 1963), und für Prunus  $+7^{\circ}\text{C}$  (YARNELL, 1940).

Tabelle 1 enthält die entsprechenden Werte für die Winter 1967/68 bis 1969/70 für Geisenheim, und für 1969/70 für Nidderau/Heldenbergen. Es treten deutliche Jahresschwankungen auf. Bis Ende November/Anfang Dezember sind in Geisenheim rund 1000 Stunden unter  $+10^{\circ}\text{C}$  vorhanden gewesen, bis Mitte Januar 2000 Stunden und bis Ende Februar/Mitte März rund 3000 Stunden unter diesem Startwert.

Tab. 1: Summe der Stunden unter +10°C in Geisenheim/Rhein  
bzw. unter +7°C in Nidderau/Heldenbergen

| Geisenheim   |                  |                  |                 | Nidderau     |                 |
|--------------|------------------|------------------|-----------------|--------------|-----------------|
|              | 1967/68          | 1968/69          | 1969/70         | 1969/70      |                 |
| Unter °C     | +10°             | +10°             | +10°            | + 7°         |                 |
| Erster Frost | 18. Nov. 6-8 Uhr | 12. Nov. 4-5 Uhr | 6. Nov. 2-9 Uhr | Erster Frost | 2. Nov. 2-7 Uhr |
| 15. Sep.     |                  |                  | 6               |              |                 |
| 14. Okt.     |                  |                  | 120             |              |                 |
| 23.          |                  |                  | 255             |              |                 |
| 14. Nov.     |                  |                  | 532             |              |                 |
| 16.          |                  |                  | 575             |              |                 |
| 18.          |                  | 472              |                 |              |                 |
| 20.          |                  |                  | 899             |              |                 |
| 21.          |                  |                  | 918             |              |                 |
| 25.          |                  | 561              |                 |              |                 |
| 27.          |                  |                  | 1038            |              |                 |
| 30.          |                  |                  | 1061            |              |                 |
| 6. Dez.      | 1045             |                  |                 | 5. Dez.      | 756             |
| 9.           |                  | 1137             |                 | 22.          | 1164            |
| 11.          |                  | 1209             | 1158            | 30.          | 1356            |
| 12.          |                  |                  | 1182            |              |                 |
| 13.          | 1213             |                  |                 |              |                 |
| 9. Jan.      | 1861             |                  |                 | 8. Jan.      | 1572            |
| 13.          | 1957             | 1977             |                 | 19.          | 1836            |
| 15.          |                  |                  | 1997            |              |                 |
| 16.          |                  |                  | 2021            |              |                 |
| 31.          | 2389             |                  |                 |              |                 |
| 1. Feb.      | 2413             |                  |                 | 23. Feb.     | 2654            |
| 10.          |                  | 2469             |                 |              |                 |
| 20.          |                  |                  | 2862            |              |                 |
| 21.          |                  |                  | 2886            |              |                 |
| 4. März      | 3181             |                  |                 | 16. März     | 3029            |
| 24.          |                  |                  | 3592            |              |                 |
| 25.          |                  |                  | 3611            | 15. Apr.     | 3563            |

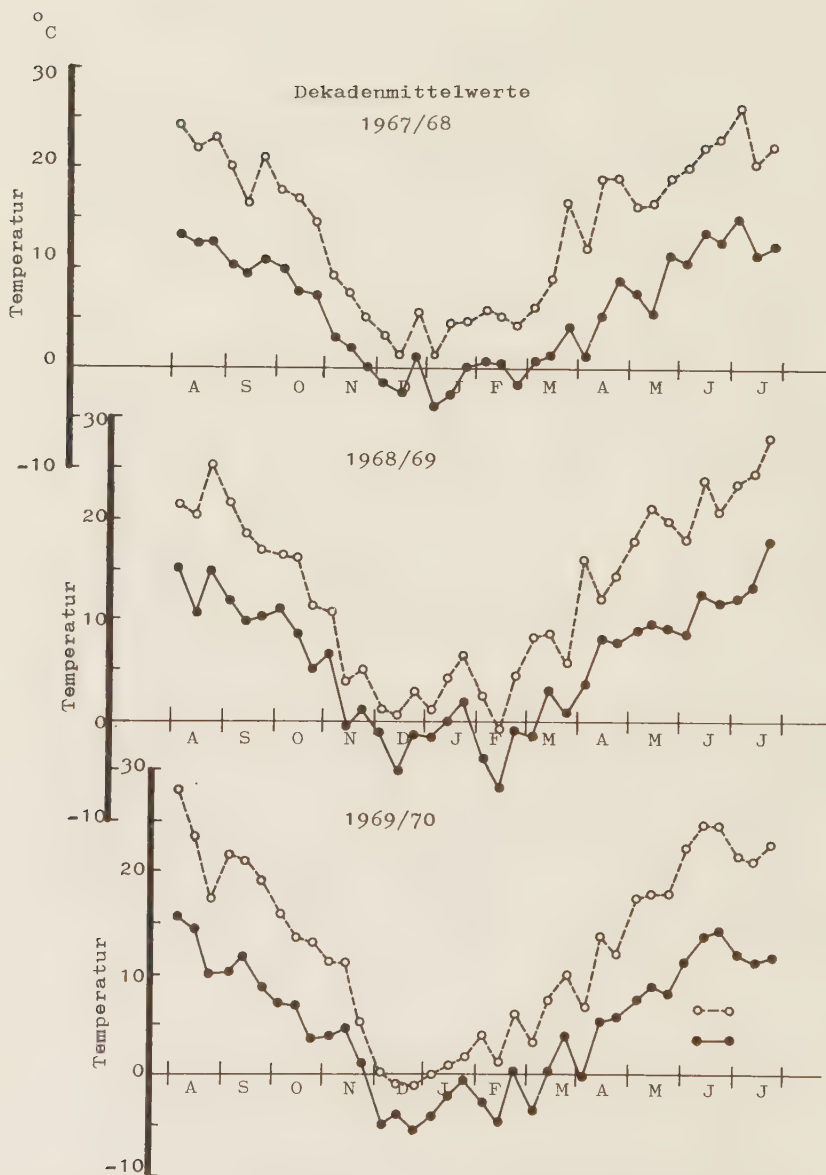


Abb. 4: Temperaturverlauf in Geisenheim/Rhein  
(Dekaden-Maximum und Dekaden-Minimumwerte in °C)

## D. E r g e b n i s s e

### 1. Treibversuche nach natürlicher Kälteeinwirkung

#### 1.1. Reben

Wurden Knospentriebstücke der Sorten "Spätburgunder" und "Riesling" ab Herbst in ein Gewächshaus mit einer Temperatur von 20 °C gebracht, so zeigten die Knospen in Abhängigkeit vom Entnahmeterrn eine zunehmende Verkürzung des Zeitraumes, bis 50 % der Knospen aufgebrochen und ausgetrieben waren, wie aus Abb. 5 oben hervorgeht. Besonders deutlich zeigt sich das Verhalten bei der Sorte "Riesling" im Jahre 1969/70, bei der Knospentriebstücke ab 15. September (in der Darstellung nicht eingezeichnet) entnommen wurden. An diesem Termin und ebenfalls am 23. Oktober erfolgte kein Aufbrechen und Austreiben, die Knospen waren vollständig gehemmt. Am 14. November benötigten die Knospen 47 Tage bis 50 % ausgetrieben waren, d.h. der Zeitraum war noch außerordentlich lang; insgesamt trieben sie jedoch zu über 90 % aus. Bei einer Entnahme am 12. Dezember wurden nur 29 Tage (oder rund 6 Pentaden) benötigt, ein Wert, der auch bei der Januarentnahme gleich blieb. Am 20. Februar entnommene Triebe brachten einen Knospenaustrieb nach 16 Tagen, am 24. März entnommene nach 13 Tagen, d.h. mit zunehmender Einwirkung von Kälte auf die Pflanzen verkürzte sich die kritische Austriebsdauer.

Bei der Sorte "Spätburgunder" wurden in allen drei Jahren die Triebe erst ab Mitte November bis Anfang Dezember zum Treiben eingestellt. Sie zeigten dann übereinstimmend nach 21 - 26 Tagen einen Knospenaustrieb von mehr als 50 %. Die Zeit verkürzte sich auch hier bis Februar - März auf 13 - 17 Tage.

In Abb. 5 unten sind statt der Entnahmeterrn die Stundenzahlen mit Temperaturen unter 10 °C als Abszisse verwendet worden. Es zeigt sich zunächst eine vollkommene Parallelität mit der oberen Darstellung. Darüber hinaus lassen sich Angaben machen über den Kältebedarf der beiden Sorten. Bei "Spätburgunder" scheint bereits nach einer Einwirkung von Temperaturen

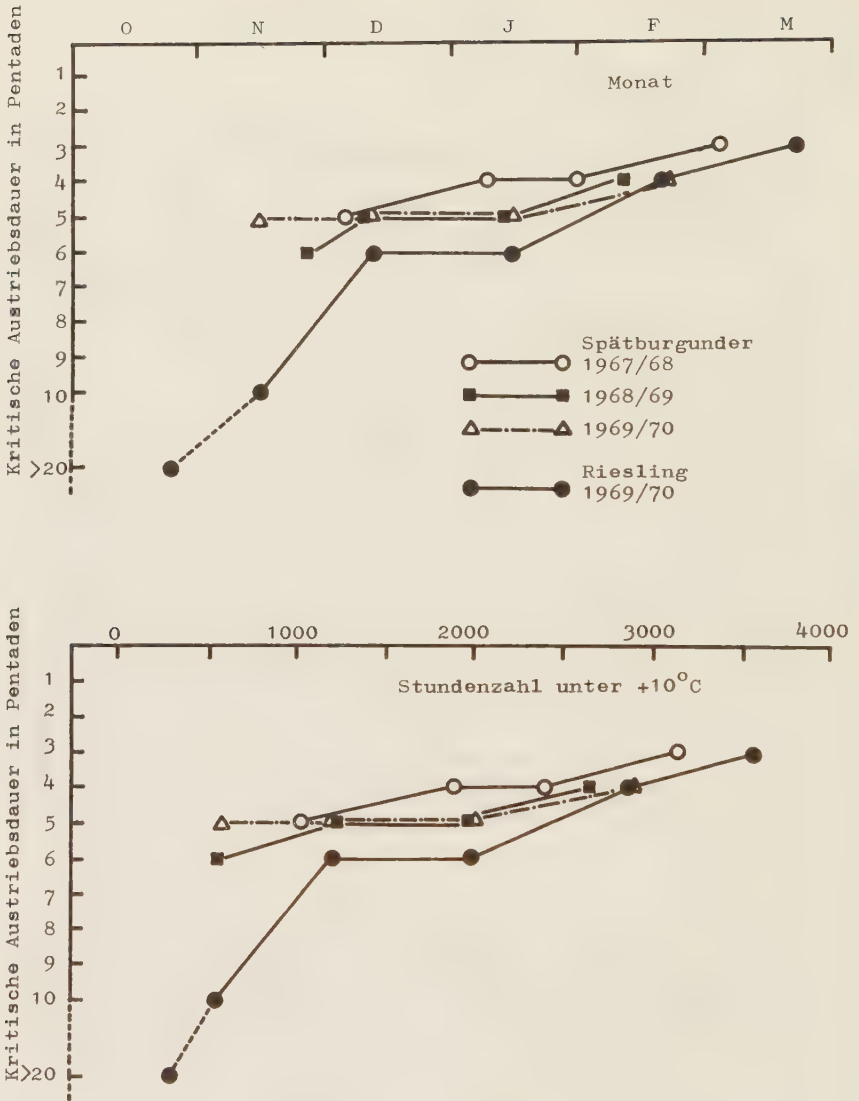


Abb. 5: Verlauf der kritischen Austriebsdauer bei den Rebensorten "Spätburgunder" und "Riesling" (oben: in Abhängigkeit vom Termin der Entnahme, unten: in Abhängigkeit von der Stundenzahl mit Temperaturen unter +10°C)

unter  $10^{\circ}$  von 500 - 600 Stunden das Kältebedürfnis befriedigt zu sein. Bei "Riesling" brauchen dagegen die Knospen nach einer Einwirkung von 532 Stunden Kälte unter  $10^{\circ}\text{C}$  noch 47 Tage (10 Pentaden), um zu 50 % auszutreiben. Erst nach Einwirkung von 1182 Stunden unter  $10^{\circ}\text{C}$  erreichen sie das gleiche Niveau wie "Spätburgunder", d.h. sie treiben nach 29 Tagen aus.

#### 1.2. Prunus

Die Ergebnisse der Treibversuche mit den Kirschen- und Pflaumenarten und -sorten sind in Tabelle 2 zusammengefaßt, wo die Anzahl in Tagen angeführt wird, an denen 50 % der Knospen ausgetrieben waren (Kritische Austriebsdauer in Tagen).

Bei der ersten Probeentnahme am 5.12.1969 - bis zu diesem Termin hatten rund 750 Stunden unter  $+7^{\circ}\text{C}$  auf die Pflanzen eingewirkt, ergab sich folgendes Verhalten hinsichtlich der kritischen Austriebsdauer:

- .. eine sehr kurze Dauer (d.h. unter 10 Tagen) war nur bei Pr. besseyi erforderlich,
- .. kurze Dauer (11 - 15 Tagen) benötigten Pr. avium Hüttner 170/53, Pr. canescens, Pr. concinna, Pr. subhirtella und Pr. tenella,
- .. mittlere Dauer (16-20 Tagen) war erforderlich für Pr. mahaleb I, Pr. mahaleb Heimann X, Pr. serrulata Hisakura, Pr. yedoensis,
- .. lange Dauer (21 - 25 Tage) lag vor bei Pr. avium x fruticosa, Myrobalana B, Pr. fruticosa, Pr. pseudocerasus und Pr. virginiana, u.a.
- .. sehr lange Dauer (über 26 Tage) ergab sich bei Pr. avium "F 12/I", Pr. padus, Pr. domestica "Ackermann" und "Burgmers Findling".

Tab. 2: Kritische Austriebsdauer von verschiedenen Prunusarten und -sorten während der Winterruhe (Winter 1969/70, Treibversuche mit Langtrieben)

| Arten und Sorten          | Kritische Austriebsdauer in Tagen <sup>1)</sup> |     |      |      |      |      |      |      |
|---------------------------|-------------------------------------------------|-----|------|------|------|------|------|------|
|                           | 2)                                              | 756 | 1164 | 1356 | 1572 | 1836 | 2654 | 3029 |
|                           | 3)                                              | 5.  | 22.  | 30.  | 8.   | 19.  | 23.  | 16.  |
|                           |                                                 | XII | XII  | XII  | I    | I    | II   | III  |
| <u>Kirschartige</u>       |                                                 |     |      |      |      |      |      |      |
| P. avium F 12/I           | 26                                              | 12  | 12   | 12   | 12   | 2    | 2    |      |
| P. avium Hüttner 170/53   | 15                                              | 9   | 11   | 8    | 7    | 4    | 2    | 2    |
| P. avium H. Selekt        | n                                               | 22  | 21   | 12   | 12   | 2    | 2    | 2    |
| P. avium x fruticosa      | 23                                              | 15  | 15   | 12   | 12   | 2    | 2    | 2    |
| P. canescens EM           | 15                                              | 15  | 11   | 11   | 7    | 2    | 2    | 2    |
| P. concinna               | 11                                              | 10  | 7    | 7    | 7    | 2    | 2    | 2    |
| P. fruticosa              | 23                                              | 15  | 15   | 12   | 12   | 2    | 2    | 2    |
| P. mahaleb I              | 19                                              | 15  | 14   | 14   | 10   | 2    | 2    | 2    |
| P. mahaleb Heimann X      | 19                                              | 19  | 11   | 8    | 12   | 2    | 2    | 2    |
| P. padus                  | 26                                              | 19  | 16   | 16   | 12   | 2    | 2    | 2    |
| P. pseudocerasus          | 23                                              | 10  | 9    | 9    | 7    | 2    | 2    | 2    |
| P. serrulata cv. Hisakura | 19                                              | 14  | 14   | 12   | 12   | 2    | 2    | 2    |
| P. subhirtella wadai      | 15                                              | 15  | 7    | 7    | 7    | 2    | 2    | 2    |
| P. virginiana             | 23                                              | 15  | 15   | 15   | 12   | 2    | 2    | 2    |
| P. yedoensis              | 19                                              | 15  | 11   | 11   | 7    | 2    | 2    | 2    |
| P. besseyi                | 9                                               | 7   | 7    | 7    | 7    | 2    | 2    |      |
| <u>Pflaumenartige</u>     |                                                 |     |      |      |      |      |      |      |
| P. cerasifera Myr. B      | 23                                              | 19  | 14   | 12   | 7    | 2    | 2    |      |
| P. divaricata Selektion   |                                                 |     |      |      |      |      |      |      |
| Küppers                   | n                                               | 18  | 14   | 12   | 7    | 2    | 2    |      |
| P. domestica Ackermann    | 28                                              | 19  | 14   | 14   | 12   | 4    | 4    | 4    |
| P. domestica Brompton     | 23                                              | 15  | 14   | 12   | 12   | 4    | 4    | 4    |
| P. domestica Burgmer Fdg. | 28                                              | 19  | 14   | 14   | 12   | 4    | 4    | 4    |
| P. domestica Typ Frohn    | 20                                              | 19  | 19   | 19   | 19   | 10   | 7    |      |
| P. insitida Nancy 64      | 23                                              | 15  | 11   | 11   | 10   | 4    | 4    | 4    |
| P. insitida Nancy 104     | 23                                              | 15  | 11   | 11   | 10   | 3    | 2    | 2    |
| P. munsoniana             | n                                               | 19  | 19   | 12   | 10   | 2    | 2    | 2    |
| P. salicina               | n                                               | 19  | 19   | 12   | 12   | 2    | 2    | 2    |
| P. tenella                | 11                                              | 10  | 10   | 5    | 5    | 2    | 2    | 2    |

1) Kritische Austriebsdauer = Anzahl Tage bis zum Austrieb von 50 % der Knospen.

2) Stundensummen unter 7°C

3) Termine der Entnahme und des Steckens

n kein Austrieb, vollkommene Hemmung

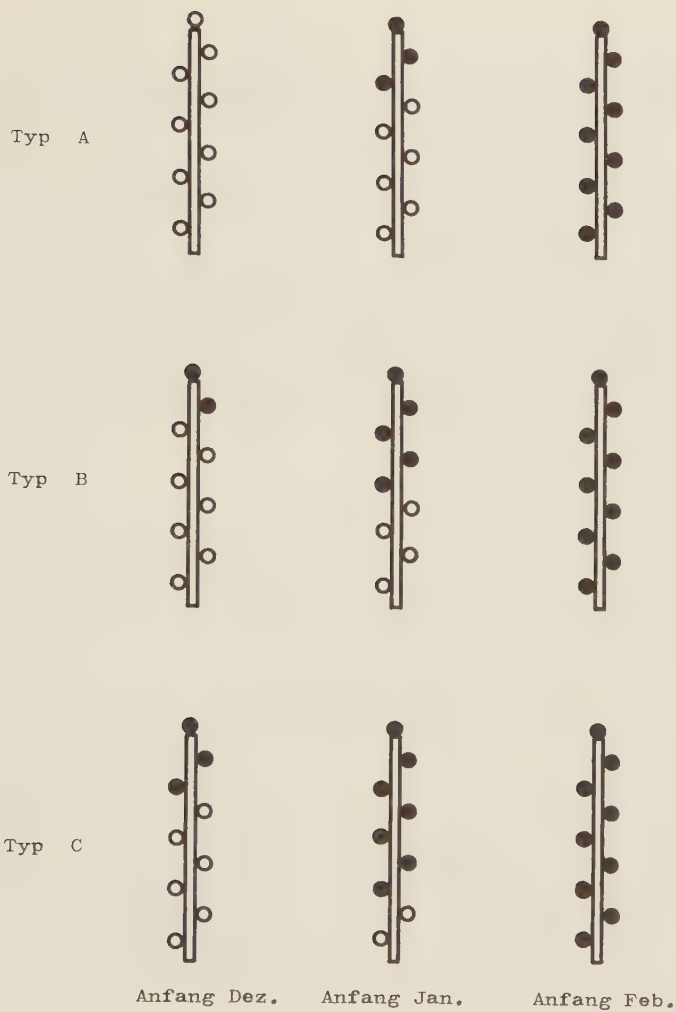


Abb. 6: Reihenfolge des Austriebes der Knospen an Langtrieben bei Prunusarten mit verschieden langer "Kritischer Austriebsdauer" (Erläuterung der Typen A, B, C siehe Text S. 32).

.. Totale Hemmung zeigte sich bei *Pr. avium* "H. selekta",  
*Pr. munsonia* und eigentümlicherweise bei *Pr. salicina*

Am 22.12., nachdem rund 1200 Studen Temperaturen unter 7°C auf die Pflanzen eingewirkt hatten, verkürzte sich die kritische Austriebsdauer sehr deutlich. Ende Februar waren bei allen Arten und Sorten, mit Ausnahme von *Pr. domestica* "Grosse Grüne Reneklode Typ Frohn" nur Zeitspannen von 2 - 4 Tage erforderlich, um einen über 50 % Austrieb der Knospen zu erhalten. Mitte März benötigte der "Typ Frohn" immerhin noch eine Woche, die anderen *Domestica*-Formen noch 4 Tage bis zum 50%igen Austrieb.

Da im Gegensatz zu den Reben komplette, unzerschnittene Langtriebe mit arten- und sortenspezifisch unterschiedlicher Knospenzahl verwendet wurden, konnten Beobachtungen über das Austreiben in Abhängigkeit von der Insertionshöhe sowie über das Verhalten von Blatt- und Blütenknospen angestellt werden.

Am ersten Termin, Anfang Dezember, trieben sehr gleichmäßig die terminalen und apikalen Knospen zuerst aus und dann in basaler Richtung fortlaufend weitere Knospen. Im Januar erfolgte der Austrieb im oberen Triebende recht gleichmäßig und von dort basalwärts nacheinander. Im Februar und März erfolgte das Austreiben dagegen unabhängig von der Knospeneinsertion sehr gleichmäßig. In Abb. 6 ist das Verhalten von drei Typen dargestellt, wobei eine Schwarzfärbung der Knospen die Gleichzeitigkeit des Austriebes angibt. Typ A charakterisiert das Verhalten von Arten und Sorten mit langer kritischer Austriebsdauer (z.B. *Pr. avium* "H. Seleкта", "F 12/I", *Pr. domestica* "Ackermann" u.a.)

Typ B zeigt Sorten mit mittlerer kritischer Austriebsdauer (z.B. *Pr. mahaleb* I, "Heimann X", *P. serrulata* u.a.)

Typ C trifft für Arten und Sorten mit kurzer oder sehr kurzer Dauer zu (z.B. *P. besseyi*, *P. canescens* u.a.).

Allgemein erschienen die Blüten ein paar Tage früher als die Blätter. Bei Pr. besseyi, mahaleb, padus und munsoniana brachen dagegen beide Knospenarten gleichzeitig auf.

### 1.3. Apfel

Bei der Apfelsorte "Golden Delicious" liegen Ergebnisse von nur einem Jahr (1967/68) vor (Tab. 16). Auch hier zeigt sich ein ähnliches Verhalten wie bei den Reben. Im Dezember werden bis zum 50%igen Austrieb 23 Tage benötigt. Die kritische Austriebsdauer verkürzte sich dann laufend bis zum März, wo noch 7 Tage erforderlich waren, um 50 % der Knospen zum Austrieb zu bringen.

## 2. Treibversuche nach artifizieller Kälteeinwirkung

Durch Lagerung der Triebe bei konstanten Temperaturen während definierter Zeitspannen ließen sich die im Freiland pauschal ermittelten Verhaltensweisen näher präzisieren und zusätzlich Information über Kälteeinwirkungen auf den Austrieb gewinnen.

### 2.1. Reben

Als erstes soll das Verhalten der Knospen der Sorte "Riesling" beschrieben werden, deren Triebe am 14.10.1969 aus dem Freiland entnommen wurden, und die bis zu diesem Termin insgesamt 120 Stunden lang Temperatur unter  $10^{\circ}\text{C}$  ausgesetzt waren, wobei jedoch Temperaturen unter  $+7,2^{\circ}\text{C}$  nicht auftraten. Die Lagerung erfolgte bei  $+4$ ,  $+0$  und  $-5^{\circ}\text{C}$ . Das Treiben erfolgte nach 24, 48, 72 bis 906 Stunden Temperatureinwirkung. Pro Behandlung wurden jeweils 40 Knospentriebstücke verwendet. Tab. 3 zeigt die Ergebnisse des Versuches, die Abb. 7 und 8 sollen einen optischen Eindruck über das Verhalten der Knospen geben.

Tab. 3: Die Wirkung unterschiedlicher Lagerungstemperaturen auf den Austrieb von Knospen von *Vitis vinifera* "Riesling"

| Lagerungs-<br>dauer |      | Verhalten des Austriebes |    |      |      |    |      |       |    |      |
|---------------------|------|--------------------------|----|------|------|----|------|-------|----|------|
| Std.                | Tage | +4 °C                    |    |      | 0 °C |    |      | -5 °C |    |      |
|                     |      | a                        | b  | %    | a    | b  | %    | a     | b  | %    |
| 0                   | 0    | n                        | n  | 0    | n    | n  | 0    | n     | n  | 0    |
| 24                  | 1    | n                        | n  | 0    | n    | n  | 0    | n     | 52 | 22,5 |
| 48                  | 2    | n                        | n  | 0    | n    | 32 | 2,5  | n     | 51 | 45,0 |
| 72                  | 3    | n                        | 78 | 5,0  | n    | 71 | 5,0  | 41    | 55 | 57,5 |
| 186                 | 7,5  | n                        | 70 | 15,0 | n    | 70 | 12,5 | 27    | 68 | 97,5 |
| 234                 | 10   | n                        | 74 | 12,5 | n    | 71 | 10,0 | 27    | 68 | 97,5 |
| 546                 | 23   | n                        | 75 | 10,0 | 61   | 65 | 55,0 | 51    | 65 | 90,0 |
| 740                 | 35   | n                        | 39 | 10,0 | 30   | 39 | 67,5 | 36    | 47 | 85,0 |
| 906                 | 38   | n                        | 43 | 17,5 | 36   | 50 | 82,5 | 32    | 50 | 90,0 |

- a) kritische Austriebsdauer in Tagen  
b) Anzahl Tage bis zum Austrieb der letzten Knospe  
%) Prozentsatz der ausgetriebenen Knospen überhaupt



Abb. 7: Wirkung der Lagerungstemperaturen auf den Austrieb der Knospen von *Vitis vinifera* "Riesling", links: nach 24-stündiger Lagerungsdauer, rechts: nach 72-stündiger Lagerungsdauer (Aufnahme nach 100 Tagen im Gewächshaus)



Abb. 8: Wirkung der Lagerungstemperaturen auf den Austrieb der Knospen von *Vitis vinifera* "Riesling", links: nach 8-tägiger Lagerungsdauer, rechts: nach 30-tägiger Lagerungsdauer (Aufnahme nach 100 Tagen im Gewächshaus)

Allgemein war der Prozentsatz ausgetriebener Knospen umso größer, je niedriger die Temperatur und je länger die Lagerungsdauer war.

Bei  $+4^{\circ}$  Lagerung konnte nach 72 Stunden insgesamt nur 5 % der Knospen austreiben, nach rund 38 Tagen oder 906 Stunden Lagerung waren es nur 17,5 %, d.h. eine sehr starke Hemmung.

Bei  $0^{\circ}$  Lagertemperatur treiben die ersten Knospen bereits nach einer Lagerdauer von 48 Stunden aus, es waren insgesamt jedoch nur 2,5 %, nach 546 Stunden konnten schon 55 % aufbrechen und nach 906 Stunden 82,5 %.

Bei einer Lagerungstemperatur von  $-5^{\circ}$  C wiesen bereits nach 24 Stunden (1 Tag) Einwirkung 22,5 % Austrieb auf, nach 2 Tagen 45 %, nach 8 Tagen Lagerung wurde ein Maximum von 97,5 % erreicht. Bei längerer Lagerung kam es wieder zu einer leichten Abnahme bis auf 85 %, was mit Schädigungen bei den niedrigen Lagerungstemperaturen zu erklären ist.

Die Tendenz der Sorte "Spätburgunder" war ähnlich, s. Tab. 4. Die Knospentriebstücke wurden 1970 am 15. 10. entnommen und bei ähnlichen Temperaturen  $+4$ ,  $+1$  und  $-5^{\circ}$  C gelagert. Die Dauer der Lagerung wurde noch stärker differenziert. Vor dem Schneiden der Triebe im Freiland hatte noch kein Frost auf die Knospen eingewirkt.

Die sofort ins Gewächshaus gebrachten Knospentriebstücke konnten ihre Knospen 148 Tage nach dem Stecken zum 30%igen Austrieb bringen. Die bei  $+4$  und  $+1^{\circ}$  C gelagerten Knospentriebstücke konnten nach 29 Tagen bzw. 15 Tagen Lagerung zu über 50 % austreiben. Insgesamt war der Kälteanspruch dieser Sorte geringer.

In Abb. 9 wird das unterschiedliche Verhalten der beiden Sorten zusammengefaßt. Die Grafik zeigt, daß die Sorte "Spätburgunder" bei einer Lagerung von  $4^{\circ}$  C nach rund 70 Stunden bereits über

Tab. 4: Die Wirkung unterschiedlicher Lagerungstemperaturen auf den Austrieb von Knospen von *Vitis vinifera* "Spätburgunder"

| Lagerungs-<br>dauer |      | Verhalten des Austriebes |     |       |      |     |       |      |     |       |
|---------------------|------|--------------------------|-----|-------|------|-----|-------|------|-----|-------|
| Std.                | Tage | +4°C                     |     |       | +1°C |     |       | -5°C |     |       |
|                     |      | a                        | b   | %     | a    | b   | %     | a    | b   | %     |
| 0                   | 0    | n                        | 148 | 30,0  | n    | 148 | 30,0  | n    | 148 | 30,0  |
| 72                  | 3    | n                        | 33  | 5,0   | 114  | 114 | 50,0  | n    | 115 | 35,0  |
| 120                 | 5    | -                        | -   | -     | 112  | 112 | 50,0  | n    | 92  | 40,0  |
| 168                 | 7    | n                        | 16  | 5,0   | n    | 110 | 30,0  | n    | 16  | 40,0  |
| 216                 | 9    | -                        | -   | -     | n    | 108 | 15,0  | 94   | 125 | 70,0  |
| 264                 | 11   | n                        | 31  | 5,0   | n    | 53  | 30,0  | 77   | 122 | 75,0  |
| 312                 | 13   | -                        | -   | -     | n    | 139 | 30,0  | 27   | 52  | 85,0  |
| 360                 | 15   | -                        | -   | -     | 91   | 119 | 65,0  | 45   | 71  | 100,0 |
| 480                 | 20   | n                        | 44  | 25,0  | 47   | 91  | 60,0  | 22   | 57  | 100,0 |
| 600                 | 25   | n                        | 77  | 20,0  | 70   | 114 | 65,0  | 25   | 35  | 100,0 |
| 696                 | 29   | 92                       | 104 | 60,0  | 43   | 103 | 100,0 | 21   | 39  | 100,0 |
| 816                 | 34   | 65                       | 105 | 100,0 | 45   | 98  | 100,0 | 19   | 30  | 100,0 |
| 960                 | 40   | 64                       | 101 | 100,0 | -    | -   | -     | -    | -   | -     |
| 1032                | 43   | 47                       | 91  | 100,0 | -    | -   | -     | -    | -   | -     |

a) = kritische Austriebsdauer in Tagen

b) = Anzahl Tage bis zum Austrieb der letzten Knospe

% = Prozentsatz der ausgetriebenen Knospen überhaupt (zu b)

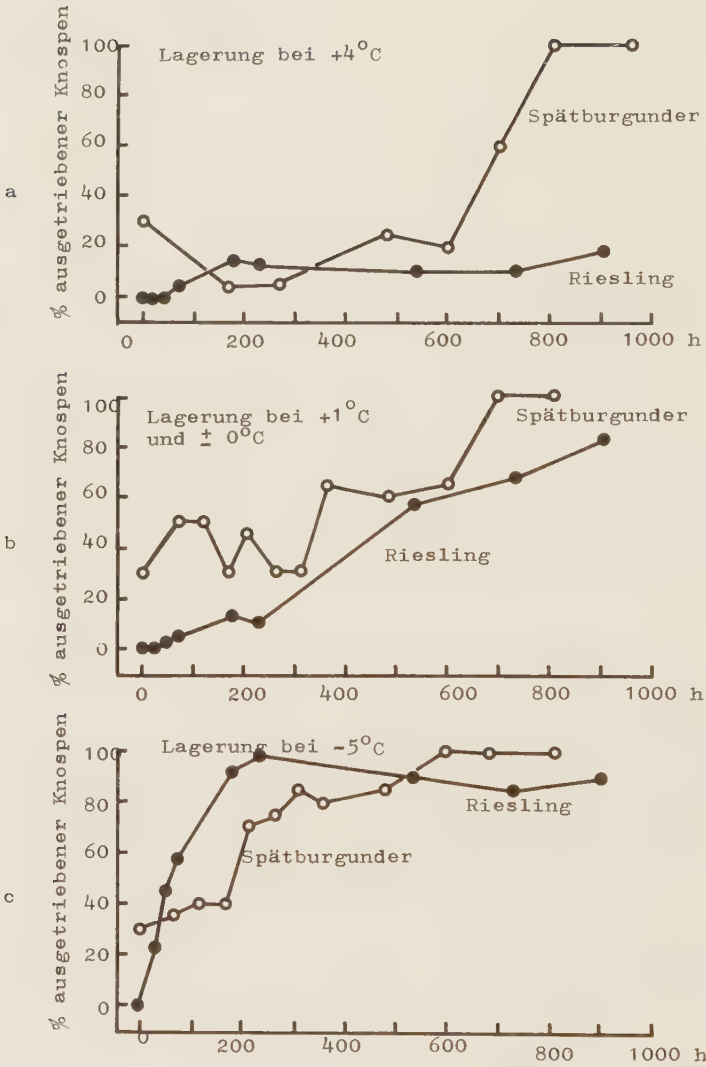


Abb. 9: Sortentypischer Knospenaustrieb bei den Rebensorten "Riesling" und "Spätburgunder" nach verschieden langer Lagerung bei  $+4$  (oben), 0 bzw.  $+1$  (Mitte) und  $-5^{\circ}\text{C}$  (unten)

die Hälfte aller Knospen zum Austreiben bringen konnte, während "Riesling" eine starke Hemmung aufweist, die auch nach rund 906 Stunden nicht überwunden war.

Bei einer Lagerung von  $0^{\circ}$  (Riesling) bzw.  $+1^{\circ}$  (Spätburgunder) ergibt sich eine Parallelität bei beiden Sorten. Obgleich bei "Spätburgunder" die Temperatur um  $1^{\circ}\text{C}$  höher lag, war der Prozentsatz austreibender Knospen stets höher als bei "Riesling". Bei beiden zeigt sich eine Proportionalität des Prozentsatzes ausgetriebener Knospen in Abhängigkeit von der Stundenzahl bei dieser Temperaturstufe.

Bei Lagerungstemperaturen von  $-5^{\circ}\text{C}$  ergibt sich ebenfalls eine Parallelität im Kurvenverlauf für beide Sorten. Bei dieser Temperaturstufe sind bereits nach 300 Lagerung Werte von über 80 % zu verzeichnen. Es läßt sich daraus folgern, daß unter Bedingungen, wo Temperatur unter  $+4^{\circ}\text{C}$  nicht einwirken, der "Riesling" im Austrieb wesentlich gehemmt ist, dagegen die Sorte "Spätburgunder" nach einiger Zeit normalen Austrieb zeigt. Bei niedrigeren Temperaturen passen sich die Sorten in ihrem Verhalten jedoch weitgehend an.

Im Gegensatz zu dem eben beschriebenen Verhalten der beiden Sorten, deren Knospen v o r der ersten Frosteinwirkung der Pflanzen im Freiland entnommen und dann gelagert wurden, stand die Reaktion von Knospen, die n a c h dem ersten Frost entnommen und dann gelagert worden waren. Diese Untersuchungen wurden mit "Riesling", "Spätburgunder", sowie "Rupestris du Lot" und "Riparia 1 G" durchgeführt.

Als Erläuterung zum Verlauf der Temperaturen, die im Freiland in diesem Zeitraum auf die Pflanzen einwirkten hatten, werden in Abb. 10 oben die Tagesmaxima und -minima gegeben; in Abb. 10 unten sind die Stunden pro Tag angeführt mit Temperaturen unter  $+10^{\circ}$ , unter  $+5^{\circ}$  und unter  $0^{\circ}\text{C}$ .

Während beim "Riesling" bei einer Entnahme am 14. Oktober (siehe oben besprochener Versuche) nur 120 Stunden unter

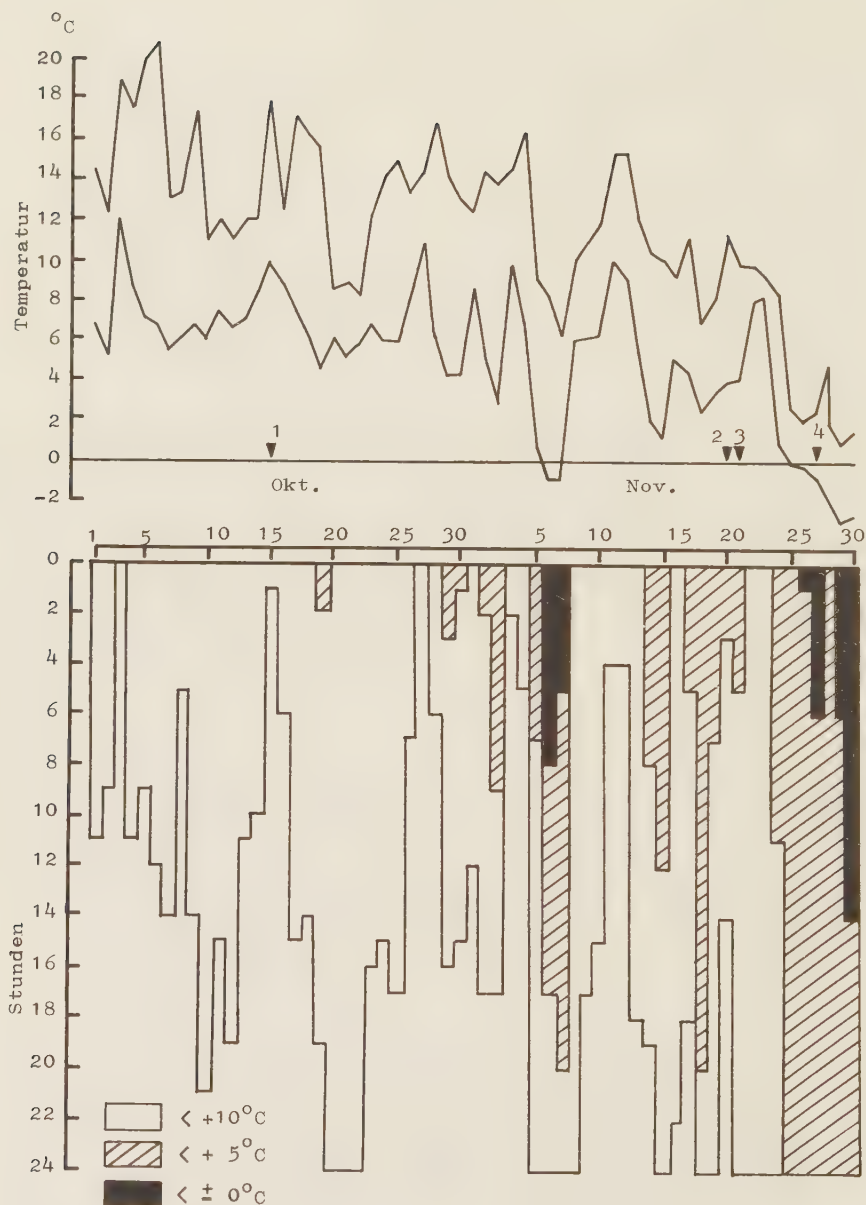


Abb. 10: Temperaturverlauf vom 1.10.70 bis 30.11.70 in Geisenheim  
 oben: tägliche Temperatur-Maxima und Minima  
 unten: Stundenzahl unter  $+10$ ,  $+5$  und  $\pm 0^{\circ}\text{C}$

10° einwirken konnten, waren es am 20. und 21. November 899 bzw. 918 Stunden unter +10°, 111 bzw. 116 Stunden unter +5° und 13 bzw. 13 Stunden unter 0°C, für "Riesling" und "Spätburgunder". Für "Rupestris" und "Riparia" deren Triebe am 27. November im Freiland geschnitten wurden, betrugen die entsprechenden Werte 1038 (unter 10°C), 180 (unter 5°C) und 20 Stunden unter 0°C.

Wie aus Tab. 5 hervorgeht, konnten die Knospen der Sorte "Riesling" bei einer Entnahme am 20. November, nachdem rund 900 Stunden unter 10°C eingewirkt hatten, nach einer Lagerung von über 72 Stunden bei +4, 0, -5 und auch -10°C sehr einheitlich austreiben. 31 Tage nach dem Stecken im Gewächshaus waren über 50 % der Knospen ausgetrieben. Insgesamt brachen über 90 % aller Knospen auf. Mit zunehmender Lagerungsdauer bei diesen 4 Temperaturen nahm die kritische Austriebsdauer langsam ab. Bei der Stufe -10°C kam es zu einer leichten Verzögerung mit zunehmender Einwirkungszeit ab 408 Stunden, was auf eine effektive Frostschädigung zurückzuführen ist.

Anders verhielt sich die Sorte "Spätburgunder", von der die Knospentriebstücke am 21.11., also einen Tage nach "Riesling" entnommen waren, und auf die bisher 918 Stunden unter 10°C eingewirkt hatten. Unabhängig von der Lagerungstemperatur brachen sie immer gleichzeitig auf. Bei der Kontrolle, die ohne zusätzlich artifizielle Kälte sofort gesteckt wurde, waren nach 25 Tage über 50 % der Knospen aufgebrochen (insgesamt 90 %). Nur bei der niedrigsten Temperaturstufe und Lagerungszeiten über rund 400 Stunden traten auch hier Verzögerungen auf, was mit direkten Schädigungen erklärt werden kann.

Auch die beiden Unterlagenklone "Rupestris du Lot" und "Riparia 1 G", die am 27.11. entnommen wurden, nachdem 1038 Stunden unter 10°C auf die Pflanzen eingewirkt hatten, dürften an diesem Termin ihr Kältebedürfnis bereits befriedigt haben. Unabhängig von den Lagerungstemperaturen ist die kritische Austriebsdauer stets einheitlich. Sie verkürzt sich mit zunehmender Lagerungsdauer (s. Tab. 5, unten).

Tab. 5: Wirkung unterschiedlicher Lagerungstemperaturen auf die kritische Austriebsdauer bei verschiedenen Rebensorten (Knospentriebsstücke, Winter 1969/70 nach dem ersten Frost aus dem Freiland entnommen)

| Art und Sorte<br>(Entnahmeterrain)                       | Lager-<br>temp. °C        | Kritische Austriebsdauer in Tagen |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |
|----------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| <i>Vitis vinifera</i><br>"Riesling"<br>(20.11.1969)      | + 4<br>- 0<br>- 5<br>- 10 | Stunden                           | 0  | 72 | 96 | 144 | 168 | 240 | 288 | 336 | 408 | 480 | 522 | 648 |  |
|                                                          |                           |                                   | -  | 31 | 25 | 26  | 25  | 25  | 28  | 24  | 21  | 20  | 19  | 18  |  |
|                                                          |                           |                                   | -  | 31 | 27 | 28  | 25  | 25  | 28  | 24  | 21  | 22  | 22  | 13  |  |
|                                                          |                           |                                   | -  | 31 | 27 | 28  | 25  | 26  | 28  | 24  | 26  | 26  | 22  | -   |  |
|                                                          |                           |                                   | -  | 31 | 27 | 28  | 30  | 25  | 28  | 24  | 26  | 28  | 29  | 28  |  |
| <i>Vitis vinifera</i><br>"Spätburgunder"<br>(21.11.1969) | + 4<br>- 0<br>- 5<br>- 10 | Stunden                           | 0  | 72 | 96 | 144 | 168 | 216 | 264 | 312 | 384 | 456 | 522 | 648 |  |
|                                                          |                           |                                   | 25 | 26 | 25 | 26  | 25  | 22  | 26  | 26  | 23  | 26  | 22  | 15  |  |
|                                                          |                           |                                   | 0  | 25 | 25 | 26  | 25  | 24  | 26  | 26  | 23  | 20  | 19  | 15  |  |
|                                                          |                           |                                   | 25 | 26 | 25 | 26  | 25  | 24  | 26  | 26  | 23  | 26  | 19  | 18  |  |
|                                                          |                           |                                   | 25 | 24 | 25 | 26  | 26  | 24  | 26  | 26  | 23  | 30  | 16  | 28  |  |
| <i>Vitis rupestris</i><br>"du Lot"<br>(27.11.1969)       | + 4<br>- 0<br>- 5         | Stunden                           | 0  | 24 | 96 | 144 | 192 | 264 | 336 | 432 | 528 | 600 | 768 |     |  |
|                                                          |                           |                                   | 36 | 36 | 32 | 28  | 25  | 23  | 23  | 24  | 21  | 22  | 13  | -   |  |
|                                                          |                           |                                   | 36 | 36 | 32 | 32  | 30  | 27  | 28  | 24  | 21  | 22  | 19  | -   |  |
|                                                          |                           |                                   | 36 | 36 | 38 | 32  | 30  | 31  | 28  | 26  | 24  | 23  | 19  | -   |  |
| <i>Vitis riparia</i> "1 G"<br>(27. 11. 1969)             | + 4<br>- 0<br>- 5         | Stunden                           | 0  | 24 | 96 | 144 | 192 | 264 | 336 | 432 | 528 | 600 | 768 | 936 |  |
|                                                          |                           |                                   | 32 | 33 | 20 | 28  | 26  | 23  | 20  | 19  | 18  | 22  | 18  | 17  |  |
|                                                          |                           |                                   | 32 | 33 | 30 | 29  | 29  | 29  | 26  | 22  | 19  | 22  | 15  | 13  |  |
|                                                          |                           |                                   | 32 | 33 | 34 | 29  | 29  | 29  | 26  | 26  | 22  | 22  | 20  | 19  |  |

- = nicht durchgeführt

Tab. 6: Wirkung unterschiedlicher Lagerungstemperaturen auf die kritische Austriebsdauer bei verschiedenen Kirschsor ten (Langtriebe, Winter 1969/70 nach dem ersten Frost aus dem Freiland entnommen).

| Sorte                      | Lager-<br>temp. °C | Stunden | 0  | 168 | 336 | 576 | 768 | 1104 | Kritische Austriebsdauer in Tagen |
|----------------------------|--------------------|---------|----|-----|-----|-----|-----|------|-----------------------------------|
| Prunus avium <sup>1)</sup> |                    |         |    |     |     |     |     |      |                                   |
| "F 12/I"                   |                    |         |    |     |     |     |     |      |                                   |
| (765 Stud. unter 7°C)      | + 4                | 26      | 12 | 9   | 8   | 7   | 7   | 7    |                                   |
|                            | 0                  | 26      | 12 | 9   | 8   | 7   | 4   | 7    |                                   |
|                            | - 5                | 26      | 8  | 9   | 8   | 7   | 7   | 7    |                                   |
|                            | - 10               | 26      | 8  | 10  | 8   | 7   | 7   | 7    |                                   |
| Prunus avium <sup>2)</sup> |                    |         |    |     |     |     |     |      |                                   |
| "Hedelfinger"              |                    |         |    |     |     |     |     |      |                                   |
| (566 Stunden unter 7°C)    | + 4                | n       | 12 | 12  | 8   | 8   | 7   | 8    |                                   |
|                            | 0                  | n       | 12 | 12  | 8   | 8   | 7   | 4    |                                   |
|                            | - 5                | n       | 12 | 12  | 8   | 8   | 7   | 8    |                                   |
|                            | - 10               | n       | 12 | 12  | 11  | 8   | 7   | 8    |                                   |
| Prunus avium <sup>2)</sup> |                    |         |    |     |     |     |     |      |                                   |
| "Rotterts Braune"          |                    |         |    |     |     |     |     |      |                                   |
| (566 Stunden unter 7°C)    | + 4                | 22      | 12 | 11  | 8   | 8   | 7   | 4    |                                   |
|                            | 0                  | 22      | 12 | 11  | 8   | 8   | 7   | 4    |                                   |
|                            | - 5                | 22      | 12 | 11  | 6   | 8   | 7   | 8    |                                   |
|                            | - 10               | 22      | 12 | 11  | 6   | 8   | 7   | 8    |                                   |

n = unter 50 % Austrieb

1) Entnahme am 5.12.1969 von Nidderau/Heldenbergen

2) Entnahme am 1.12.1969 von Geisenheim

## 2.2. Kirschen

Ein gänzlich anderes Verhalten als die Reben zeigen die nach ähnlicher Methode untersuchten Kirschensorten (s. Tab. 6). Hier hatte im Freiland bereits kühle Temperatur von rund 700 Stunden unter  $+7^{\circ}\text{C}$  eingewirkt. Die Kältebehandlung bewirkte keine Unterschiede auf die Aufbruchsgeschwindigkeit der Knospen. Aus der Tabelle ergibt sich, daß sich alle drei Sorten recht gleichmäßig verhielten.

Nur "Hedelfinger" trieb ungelagert gar nicht aus, bis zum 50%igen Aufbruch der Knospen benötigten die Triebe nach einer 168 stündigen Lagerung (7 Tage) 8 bis 12 Tage und nach 1160 Stunden (48 Tage) Lagerung nur 4 bis 8 Tage.

"F 12/I" und "Rotterts Braune" konnten von Anfang an auch ohne Lagerung austreiben. Die kritische Austriebsdauer nahm mit zunehmender Lagerungsstundenzahl ab, unabhängig von der Temperatur. Es zeigte sich kein sichtbarer Unterschied zwischen verschiedenen Temperaturbehandlungen bei jeder Sorte.

### 3. Nachwirkungen von Laubspritzungen mit Wachstumsregulatoren im Freiland

#### 3.1. Reben

Die am 6.9.1968 durchgeführten Laubspritzungen mit verschiedenen Wachstumsregulatoren (s. Material und Methoden, S. 16) ergaben bei der Sorte "Spätburgunder" folgende Wirkungen (s. Tab. 7):

Bei den beiden Laubbonitierungen am 1.10. und 11.10. ca. 3 bzw. 5 Wochen nach den Spritzungen zeigte sich nur bei den hohen Konzentrationen von IES und NES deutliche Förderungen der herbstlichen Laubverfärbung. Die Blätter der Stöcke waren bereits gelbgrün bzw. gelb-braun verfärbt, während die der anderen Behandlungen untereinander und gegenüber der Kontrolle keinen Unterschied aufwiesen. Ein sehr deutlicher Einfluss ergab sich durch die Kinetin-Spritzung mit 50 ppm. Hier war am 11.10. das Blattwerk deutlich dunkelgrün gefärbt, was sich aus der bekannten Wirkung des Kinetins auf die Erhaltung des Chlorophylls erklären lässt.

Der Blattfall am 15.10.1968 war bei den mit hohen Konzentrationen von IES und NES behandelten Pflanzen wesentlich weiter fortgeschritten. Bei den anderen Behandlungen ergaben sich keine Unterschiede.

Der Austrieb der Knospen im nächsten Frühjahr war nur durch die MH-Spritzungen in der hohen Konzentration an beiden Bonitierungsterminen stark verzögert. Bei den anderen Behandlungen konnten gegenüber der Kontrolle keine visuellen Unterschiede festgestellt werden.

Blüte und Fruchtausatz zeigten bei allen Behandlungen keine Unterschiede zur Kontrolle und wurden als normal bezeichnet.

Der im Jahre 1969/70 durchgeführte zweite Versuch mit Laubspritzungen bei denen jeweils 500 ppm der oben genannten Wachstumsregulatoren gespritzt und Kinetin nicht mit einbezogen wurde, ergab recht einheitliche Ergebnisse und nur im Falle

Tab. 7: Nachwirkungen von Laubspritzungen mit Wachstumsregulatoren im Freiland, Sorte "Spätburgunder"

| Behandlung<br><u>Konz. ppm</u><br>Termin | a)<br>Verfärbung<br>der Blätter |             | b)<br>Blatt-<br>fall | c)<br>Austrieb<br>d. Knospen |              | Blüte        | Frucht-<br>ansatz |
|------------------------------------------|---------------------------------|-------------|----------------------|------------------------------|--------------|--------------|-------------------|
|                                          | 1.X.<br>68                      | 11.X.<br>68 | 15.X.<br>68          | 1.IV.<br>69                  | 12.IV.<br>69 | 1.V.<br>69   | 30.V.<br>69       |
| <u>Versuch 1968/69</u>                   |                                 |             |                      |                              |              |              |                   |
| Kontrolle                                | 1                               | 3           | 2                    | 4                            | 5            | normal       | normal            |
| GA 3                                     | 50                              | 1           | 3                    | 2                            | 4            | 5            | "                 |
|                                          | 500                             | 1           | 3                    | 2                            | 4            | 5            | "                 |
| IES                                      | 50                              | 1           | 3                    | 2                            | 4            | 5            | "                 |
|                                          | 500                             | <u>3</u>    | <u>5</u>             | <u>5</u>                     | 4            | 5            | "                 |
| NES                                      | 50                              | 1           | 3                    | 2                            | 4            | 5            | "                 |
|                                          | 500                             | <u>3</u>    | <u>5</u>             | <u>5</u>                     | 4            | 5            | "                 |
| Kinetin                                  | 50                              | <u>1</u>    | <u>1</u>             | 2                            | 4            | 5            | "                 |
| B 9                                      | 50                              | 1           | 3                    | 2                            | 4            | 5            | "                 |
|                                          | 500                             | 1           | 3                    | 2                            | 4            | 5            | "                 |
| CCC                                      | 50                              | 1           | 3                    | 2                            | 4            | 5            | "                 |
|                                          | 500                             | 1           | 3                    | 2                            | 4            | 5            | "                 |
| M H                                      | 50                              | 1           | 3                    | 2                            | 4            | 5            | "                 |
|                                          | 500                             | 1           | 3                    | 2                            | <u>1</u>     | <u>2</u>     | "                 |
| <u>Versuch 1969/70</u>                   |                                 |             |                      |                              |              |              |                   |
| Termin                                   | 25.IX.<br>69                    | 15.X.<br>69 | 12.XI.<br>69         | 1.V.<br>70                   | 1.VI.<br>70  | 30.VI.<br>70 |                   |
| Kontrolle                                | 1                               | 3           | 5                    | 2                            | normal       | normal       |                   |
| GA 3                                     | 500                             | 1           | 3                    | 5                            | 2            | "            | "                 |
| IES                                      | 500                             | 1           | 3                    | 5                            | 2            | "            | "                 |
| NES                                      | 500                             | 1           | <u>4</u>             | 5                            | 2            | "            | "                 |
| B 9                                      | 500                             | 1           | 3                    | 5                            | 2            | "            | "                 |
| CCC                                      | 500                             | 1           | 3                    | 5                            | 2            | "            | "                 |
| M H                                      | 500                             | 1           | 3                    | 5                            | 2            | "            | "                 |

- a) Verfärbung der Blätter: 1 = dunkelgrün 2 = hellgrün  
3 = gelbgrün 4 = gelb  
5 = gelb-braun
- b) Blattfall: 1 = ohne Blattfall, 2 = 25 - 50 % abgefallen  
3 = 50 % abgefallen, 4 = 50 - 75 % abgefallen  
5 = über 75 % abgefallen
- c) Austrieb: 1 = Knospen in Winterruhe, 2 = Knospen in der Wolle  
2 = Knospen aus der Wolle, 4 = erste Entfaltung  
5 = Knospen in voller Entfaltung.

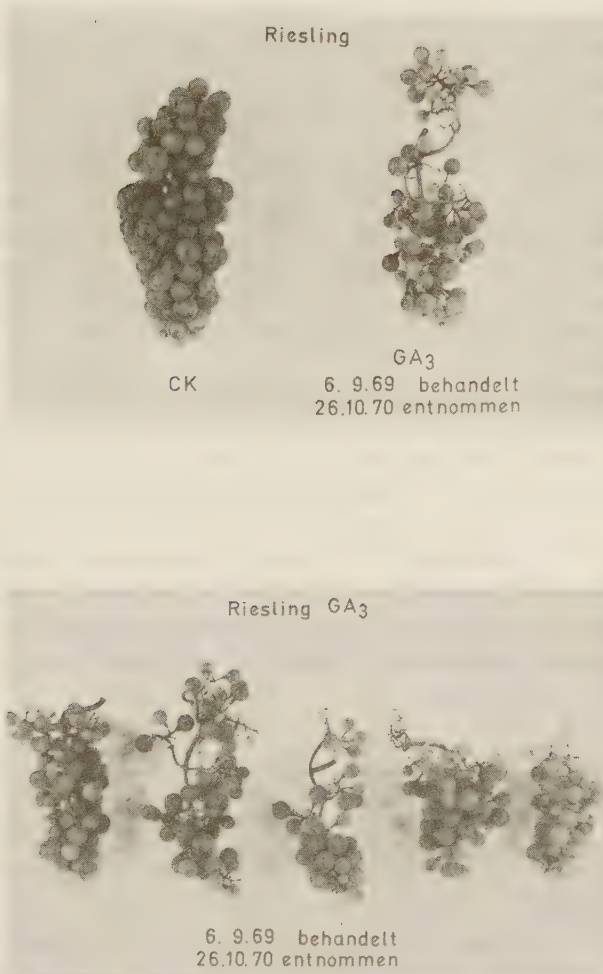


Abb. 11: Nachwirkungen von Laubspritzungen mit GA 3 auf die Ausbildung der Trauben im folgenden Jahr  
(oben: CK = unbehandelte Kontrolle  
unten und oben rechts: verschiedene Formen der Schädigungen)

Tab. 8: Nachwirkungen von Laubspritzungen mit Wachstumsregulatoren im Freiland, Sorte "Riesling" (1969/70)

| Behandlung<br>Konz. ppm | a)<br>Verfärbung der<br>Blätter |          | b)<br>Blattfall |          | c)<br>Austrieb  |          | Blüte        | Frucht-<br>ansatz |
|-------------------------|---------------------------------|----------|-----------------|----------|-----------------|----------|--------------|-------------------|
|                         | 9.X.                            | 23.X.69  | 25.X.69         |          | 1.V.10.V.<br>70 | 70       | 15.VI.<br>70 | 30.VI.70          |
| Kontrolle               |                                 | 2        | 3               | 2        | 2               | 5        | normal       | normal            |
| GA 3 500                |                                 | 2        | 3               | 2        | <u>1</u>        | <u>2</u> | gewunden     | gering            |
| IES 500                 |                                 | 2        | 3               | 2        | 2               | 5        | normal       | normal            |
| NES 500                 |                                 | <u>3</u> | <u>5</u>        | <u>4</u> | 2               | 5        | "            | "                 |
| B 9 500                 |                                 | 2        | 3               | 2        | 2               | 5        | "            | "                 |
| CCC 500                 |                                 | 2        | 3               | 2        | 2               | 5        | "            | "                 |
| M H 500                 |                                 | 2        | 3               | 2        | 2               | 5        | "            | "                 |

(a), (b) und (c) s. Tab. 7

Tab. 9: Nachwirkungen von Laubspritzungen im Freiland auf die Ausbildung der Trauben und Beeren im folgenden Jahr, Sorte "Riesling" (1969/70).

| Behandlung   | mittleres<br>Fr. Gew.<br>pro Traube | mittlere<br>Beerenzahl<br>pro Traube | mittlerer %-Satz<br>parthenocarp.<br>Beere |
|--------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|
| Kontrolle    | 171,10                              | 121                                  | 12 %                                       |
| GA 3 500 ppm | 44,94                               | 73                                   | 44 %                                       |

von NES eine Förderung der herbstlichen Verfärbung. Nachwirkungen im nächsten Frühjahr konnten bei keiner Behandlung festgestellt werden.

Bei der Sorte "Riesling", bei der 1969 die Laubspritzungen am 9.9. durchgeführt wurden, ergaben sich deutliche Wirkungen nur durch NES und GA 3 (s. Tab. 8).

NES förderte, wie bei "Spätburgunder", die herbstliche Verfärbung und führte zu einem stärkeren Blattfall.

GA 3 Wirkungen zeigten sich nur im nächsten Frühjahr und Sommer. Der Austrieb der Knospen war gegenüber den anderen Behandlungen und der Kontrolle sehr deutlich verzögert. Am deutlichsten war jedoch die Nachwirkung auf die Ausbildung der Frucht (s. Tab. 9).

Während bei der Sorte "Spätburgunder" in beiden Jahren keine Beeinflussung der Trauben und Fruchtausbildung festzustellen war, reduzierte eine Spritzung mit 500 ppm GA 3 bei "Riesling" das mittlere Gewicht der Einzeltrauben auf rund 25 % der Kontrolle. Dies ergab sich insbesondere durch eine Herabsetzung der mittleren Beerenzahl/Traube von 73 gegenüber 121 (Kontrolle). Das mittlere Einzelbeerengewicht stieg dagegen deutlich an. Die an Stichproben ermittelte Anzahl samenhaltiger und parthenokarper Beeren zeigte eine starke Erhöhung von 44 % gegenüber 12 % der Kontrolle.

In Abb. 11 wird ein Eindruck von den Nachwirkungen der mit GA 3 behandelten Pflanzen auf die Ausbildung der Traube gegeben. Hierbei wurden neben der Kontrolle einige typische Exemplare der durch GA 3 geschädigten Trauben nebeneinandergestellt.

### 3.2. Kirschen

Bei den Laubspritzungen mit den gleichen Wachstumsregulatoren wie zu Reben (mit Ausnahme von Kinetin) konnten bei den 3 Kirschenarten und Sorten, Pr. avium "F 12/I", Prunus avium-Sämlinge "Hüttner 170/53" und Prunus mahaleb "Heimann X" im

Frühjahr des folgenden Jahres keine Wirkungen auf den Austrieb der Knospen festgestellt werden.

Wie im nächsten Abschnitt gezeigt wird, waren bis zum natürlichen Austrieb die bis dahin festzustellenden Wirkungen auf die Knospen, die im Gewächshaus getrieben wurden, nicht mehr vorhanden.

#### 4. Treibversuche nach Laubspritzungen mit Wachstumsregulatoren

Obgleich die Bonitierungen des Austriebes und anderer Merkmale bei den Reben im Freiland, die im Herbst mit Wachstumsregulatoren gespritzt wurden - mit Ausnahme von GA 3 und MH keine bedeutenden Wirkungen zeigten, ergaben die Treibversuche mit Knospen-triebstücken bei Reben bzw. Trieben bei Kirschen Hinweise, daß die Wachstumsregulatoren während der Winterruhe Einfluß ausübten, der jedoch mit fortschreitender Zeit im Freiland mehr oder weniger verloren geht.

##### 4.1. Reben

Tab. 10 zeigt das Verhalten der Knospen in den Treibversuchen bei der Sorte "Spätburgunder" in den Jahren 1968/69 und 1969/70 nach den Laubspritzungen.

Allgemein läßt sich feststellen, daß bei einer Konzentration von 50 ppm im Jahre 1968 gegenüber der Kontrolle folgende Tendenzen bei Austrieb der Knospen auftraten:

GA 3 brachte am ersten Treibtermin eine kürzere kritische Austriebsdauer, später unterschieden sich die Werte nicht von der Kontrolle.

IES zeigte an den beiden ersten Terminen keine Unterschiede gegenüber der Kontrolle, an den beiden späten Terminen dagegen eine Beschleunigung des Austriebes.

Tab. 10: Nachwirkung von Laubspritzungen mit Wachstumsregulatoren auf die kritische Austriebsdauer bei *Vitis vinifera* "Spätburgunder" (Knospentriebstücke, Winter 1968/69 und 1969/70 entnommen).

| Behandlung |     | Kritische Austriebsdauer in Tagen |         |       |        |         |
|------------|-----|-----------------------------------|---------|-------|--------|---------|
| 1968/69    |     | * 18.XI.                          | 9.XII.  | 13.I. | 10.II. |         |
| Kontrolle  |     | 26                                | 21      | 23    | 17     |         |
| GA 3       | 50  | 21                                | 22      | 22    | 17     |         |
|            | 500 | n                                 | 30      | 31    | 21     |         |
| IES        | 50  | 25                                | 21      | 17    | 15     |         |
|            | 500 | 26                                | 24      | 19    | 21     |         |
| NES        | 50  | 32                                | 27      | 22    | 21     |         |
|            | 500 | 40                                | 31      | 35    | 24     |         |
| Kinetin 50 |     | 26                                | 23      | 19    | 18     |         |
| B 9        | 50  | 20                                | 19      | 18    | 16     |         |
|            | 500 | 23                                | 22      | 21    | 16     |         |
| CCC        | 50  | 20                                | 20      | 19    | 14     |         |
|            | 500 | 20                                | 20      | 18    | 18     |         |
| M H        | 50  | 23                                | 21      | 17    | 15     |         |
|            | 500 | 22                                | 28      | 24    | 21     |         |
| 1969/70    |     | * 16.XI.                          | 11.XII. | 16.I. | 21.II. | 25.III. |
| Kontrolle  |     | 25                                | 23      | 25    | 18     | 13      |
| GA 3 500   |     | 32                                | 23      | 30    | 18     | 15      |
| IES 500    |     | 23                                | 23      | 25    | 18     | 12      |
| NES 500    |     | 30                                | 23      | 38    | 20     | 24      |
| B 9 500    |     | 23                                | 23      | 25    | 18     | 15      |
| CCC 500    |     | 25                                | 20      | 25    | 18     | 12      |
| M H 500    |     | 25                                | 23      | 19    | 18     | 21      |

\* Termine der Entnahme und des Steckens  
n unter 50 % Austrieb

NES rief allgemein eine Hemmung bzw. Verzögerung des Austriebes hervor,

Kinetin wies uneinheitliche Wirkungen im Vergleich mit der Kontrolle auf, am 3. Treibtermin im Januar wurde der Austrieb um 4 Tage verkürzt.

Bei den drei Wachstumsregulatoren mit "Hemmwirkung" B 9, CCC und MH kam es bei den niedrigen Konzentrationen einheitlich zu einer Förderung des Austriebes, d.h. zu einer Verkürzung der kritischen Austriebsdauer.

Bei den Spritzungen mit hohen Konzentrationen von 500 ppm zeigte sich folgendes:

GA 3 und NES wiesen an sämtlichen Terminen eine Verlängerung der kritischen Austriebsdauer auf! Am ersten Termin (18.11.) hemmte GA 3 das Austreiben der Knospen vollständig, obgleich bis dahin immerhin schon 472 Stunden mit Temperaturen unter 10°C eingewirkt hatten.

Die Wirkung von IES war nicht einheitlich, wobei jedoch Verzögerungen am 2. und 4. Termin auftraten.

GCC und B 9 wirkten - wie bei den niedrigen Konzentrationen - verkürzend auf die kritische Austriebsdauer, besonders an den ersten Terminen. Im Februar konnten keine Unterschiede gegenüber der Kontrolle festgestellt werden.

Weniger einheitlich war die Wirkung von MH, das am 2. und 4. Treibtermin austriebsverzögerend wirkte.

Die Wiederholung des Versuchs im folgenden Jahr mit 500 ppm brachte keine so einheitlichen Wirkungen. GA 3 und NES wiesen wieder eine Hemmung des Austriebes auf, CCC förderte das Austreiben geringfügig (s. Abb. 12).

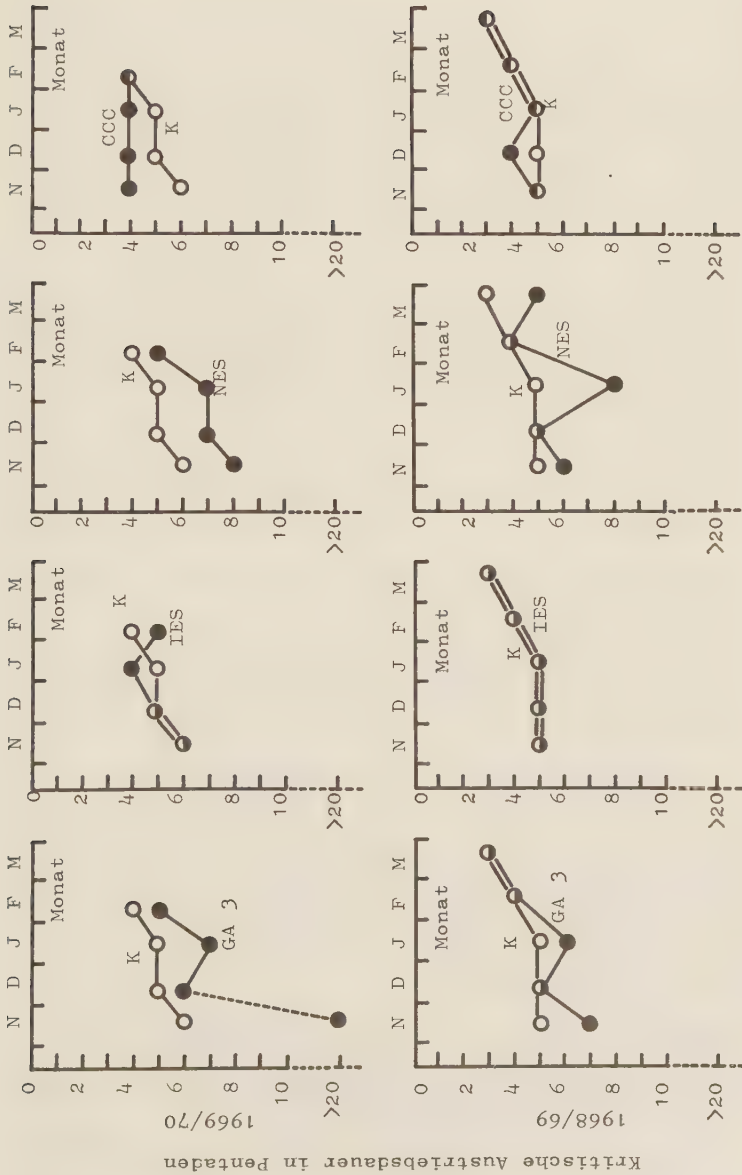


Abb. 12: Nachwirkung von Laubspritzungen mit Wachstumsregulatoren auf die kritische Austriebsdauer in Pentaden bei der Rebensorte "Spätburgunder" (K = Kontrolle = unbehandelt, GA 3 usw. je 500 ppm)

Bei der Sorte "Riesling", die nur im Winter 1969/70 untersucht wurde, zeigte sich ein ähnliches Verhalten. Infolge ihres höheren Kältebedürfnisses brachten die Laubspritzungen und Kontrolle zum ersten Entnahmetermin am 15.9. und 2. Termin am 13.10., als sich noch die Blätter an den Pflanzen befanden, kein Austreiben der Knospen; es lag eine absolute Hemmung vor (Tab. 11, Abb. 13). Bis dahin hatten 6 bzw. 255 Stunden unter 10° eingewirkt.

Am 14.1. hemmten GA 3, NES und B 9 den Austrieb noch vollkommen, während sich bei der CCC-Spritzung eine geringe Verzögerung, bei MH keine Differenz gegenüber der Kontrolle ergab.

Während des weiteren Verlaufes des Experimentes behielt GA 3 seine total hemmende Wirkung bei bis in den Monat März hinein.

NES und nicht so stark IES wirkten verlängernd auf die kritische Austriebsdauer.

CCC wirkte nicht einheitlich, im Dezember leicht fördernd, wie bei Spätburgunder, im Februar und März dagegen etwas verzögernd.

MH zeigte eine Hemmung nur im Januar und Februar.

Die Abb. 14 und 15 vermitteln einen optischen Eindruck der Nachwirkungen der GA 3 und NES Laubspritzungen an einem frühen Entnahmetermin (14. bzw. 16.11.1969) und die Abb. 14 gibt bei einer späten Entnahme der Triebe aus dem Freiland, am 20.2.1970, den Eindruck aller Behandlungen.

Während bei "Riesling" die GA 3-Nachwirkung bis Ende Februar anhielt, und den Austrieb der Knospen hemmt, geht die anfänglich vorhandene Hemmung durch NES später verloren.

Bei der Sorte "Spätburgunder" sind die Unterschiede in

Tab. 11: Nachwirkung von Laubspritzungen mit Wachstumsregulatoren auf die kritische Austriebsdauer bei *Vitis vinifera* "Riesling" (Knospentriebstücke, Applikation auf das Laub im Herbst 1969)

| Behandlung | ppm | Kritische Austriebsdauer in Tagen |       |        |         |       |        |         |  |
|------------|-----|-----------------------------------|-------|--------|---------|-------|--------|---------|--|
|            |     | * 15.IX.                          | 23.X. | 14.XI. | 12.XII. | 15.I. | 20.II. | 24.III. |  |
| Kontrolle  |     | n                                 | n     | 47     | 29      | 26    | 16     | 13      |  |
| GA 3       | 500 | n                                 | n     | n      | n       | n     | n      | n       |  |
| IES        | 500 | n                                 | n     | n      | 27      | 30    | 21     | 13      |  |
| NES        | 500 | n                                 | n     | n      | 32      | 34    | 27     | 19      |  |
| B 9        | 500 | n                                 | n     | n      | 29      | 26    | 19     | 13      |  |
| CCC        | 500 | n                                 | n     | 50     | 25      | 26    | 22     | 19      |  |
| M H        | 500 | n                                 | n     | 47     | 29      | 29    | 21     | 13      |  |

\* Termin der Entnahme und des Steckens

n kein Austrieb

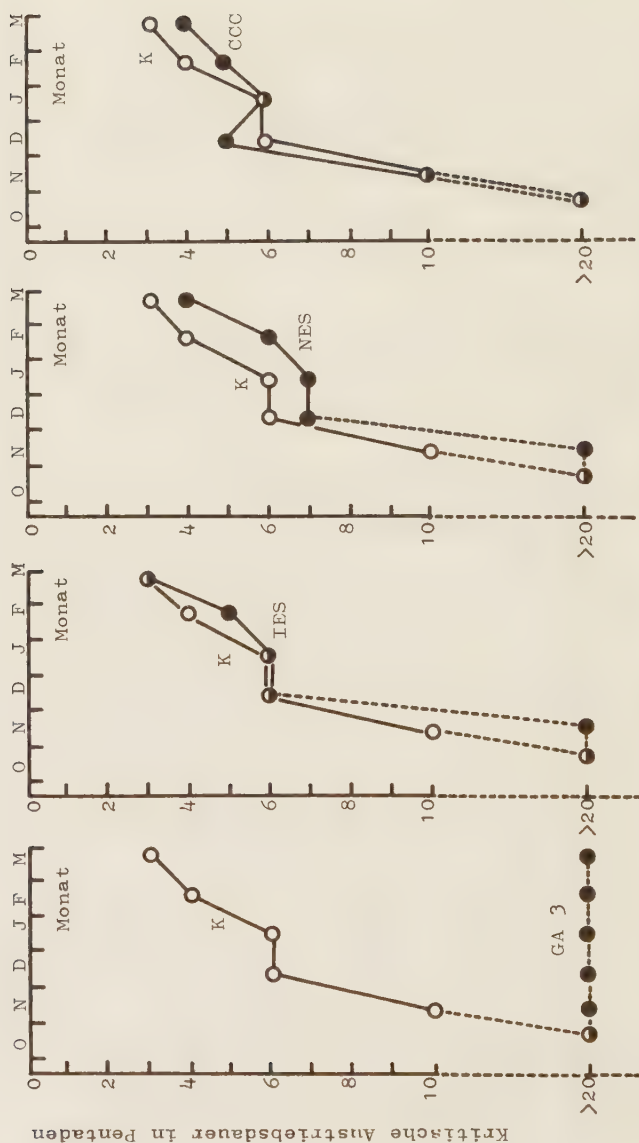


Abb. 13: Nachwirkung von Laubspritzungen mit Wachstumsregulatoren auf die kritische Antriebsdauer der Rebensorte "Riesling", je 500 ppm



Abb. 14: Nachwirkung von Laubspritzungen mit GA 3 und NES auf den Knospenaustrieb der Rebensorten "Riesling" (oben) und "Spätburgunder" (unten). Aufnahme nach 60 Tagen im Gewächshaus bei + 20° C.



Abb. 15: Nachwirkungen von Laubspritzungen mit verschiedenen Wachstumsregulatoren auf den Austrieb der Rebensorten "Riesling" und "Spätburgunder". Entnahme im Freiland am 20.2.1970. Aufnahme nach 40 Tagen im Gewächshaus bei +20° C.

den Nachwirkungen der Behandlungen weniger deutlich ausgeprägt, GA 3 Nachwirkungen sind bei dem Entwicklungsstadium, wo die Aufnahmen durchgeführt wurden, nur noch andeutungsweise zu sehen.

#### 4.2. Kirschen

Tab. 12 zeigt, daß die unbehandelten Triebe (Kontrolle) des Unterlagenklon Pr. avium "F 12/I", die am 1.10.1969 entnommen wurden, nicht aufbrechen konnten. Alle später entnommenen Triebe brachen auf, wobei sich die kritische Austriebsdauer im Laufe des Winters verkürzte. Mitte März brauchten sie nur noch 2 Tage zum Austrieb.

GA 3 und NES wirkten stark hemmend auf den Austrieb der Knospen. Diese Hemmwirkung wurde aber allmählich aufgehoben.

B 9, CCC, IES und MH dagegen hatten keine deutliche Hemmwirkung.

Bei Pr. mahaleb "Heimann X" wirkte NES bis Januar absolut hemmend auf den Knospenaustrieb und im Februar und März noch deutlich verzögernd.

An den beiden Treibterminen 5.12. und 22.12. verkürzten - mit Ausnahme von MH am 22.12. - GA 3, IES, B 9 und CCC die Zeit bis zum Austreiben der Knospen. An späteren Treibterminen waren Wirkungen nicht mehr deutlich erkennbar, mit Ausnahme von GA 3 am letzten Termin.

Bei den Pr. avium Sämlingen "Hüttner 173/59" (Tab. 13) wirkten alle drei Konzentrationen von GA 3 auf den Knospenaustrieb meist hemmend und zwar zeitweise sehr stark. Besonders bei 1500 ppm war die Nachwirkung noch Ende Februar deutlich. Die relativ ungleichmäßigen Wirkungen an den verschiedenen Terminen beruhten wahrscheinlich auf der ungleichmäßigen Verteilung der Spritzlösung im Herbst 1969. Eine ähnliche zeitweilige Hemmung verursachten 500 und 1000 ppm der NES, während bis Ende

Tab. 12: Nachwirkung von Laubspritzungen mit Wachstumsregulatoren auf die kritische Austriebsdauer bei Pr. avium "F 12/I" und Pr. mahaleb-Sämlingen "Heimann X" (Langtriebe)

| Art und Sorte | Behandlung<br>ppm | Kritische Austriebsdauer in Tagen |        |         |         |      |       |        |         |
|---------------|-------------------|-----------------------------------|--------|---------|---------|------|-------|--------|---------|
|               |                   | * 1.X.                            | 5.XII. | 22.XII. | 30.XII. | 8.I. | 19.I. | 23.II. | 16.III. |
| Kontrolle     |                   | n                                 | 26     | 12      | 12      | 12   | 12    | 2      | 2       |
| Pr. avium     | GA 3              | 500                               |        |         |         |      |       |        |         |
| "F 12/I"      | IES               | 500                               | -      | n       | 11      | 22   | 12    | 7      | 4       |
|               | NES               | 500                               | -      | 22      | 15      | 12   | 12    | 7      | 2       |
|               | B 9               | 500                               | -      | n       | 29      | n    | 12    | 12     | 7       |
|               | CCC               | 500                               | -      | 21      | 15      | 11   | 12    | 7      | 2       |
|               | M H               | 500                               | -      | 24      | 12      | 12   | 12    | 9      | 4       |
|               |                   |                                   | -      | 22      | 15      | 12   | 12    | 7      | 2       |
| Kontrolle     |                   |                                   | 19     | 19      | 11      | 8    | 12    | 2      | 2       |
| Pr. mahaleb   | GA 3              | 500                               | -      | 5       | 9       | 11   | 12    | 2      | 7       |
| "Heimann X"   | IES               | 500                               | -      | 15      | 9       | 11   | 8     | 7      | 2       |
|               | NES               | 500                               | -      | n       | 22      | n    | n     | 4      | 7       |
|               | B 9               | 500                               | -      | 11      | 9       | 11   | 8     | 7      | 2       |
|               | CCC               | 500                               | -      | 6       | 9       | 11   | 8     | 7      | 2       |
|               | M H               | 500                               | -      | 11      | 22      | 11   | 8     | 7      | 2       |

\* Termine der Entnahme und des Steckens

n kein oder unter 50 % Austrieb

- nicht durchgeführt

Dezember 1.500 ppm total, und später zumindest stark hemmend wirkten. IES, B 9, CCC und MH wirkten nur am Anfang des Winters teilweise hemmend.

Tab. 12: Nachwirkung von Laubspritzungen mit Wachstumsregulatoren auf die kritische Austriebsdauer bei Pr. avium Sämlingen "Hüttner 170/53" (Langtriebe gesteckt)

| Behandlung | ppm  | Kritische Austriebsdauer in Tagen |         |         |      |       |        |         |
|------------|------|-----------------------------------|---------|---------|------|-------|--------|---------|
|            |      | * 5.XII.                          | 22.XII. | 30.XII. | 8.I. | 19.I. | 23.II. | 16.III. |
| Kontrolle  |      | 15                                | 9       | 11      | 8    | 7     | 4      | 2       |
| GA 3       | 500  | 15                                | 19      | 11      | 12   | 7     | 2      | 2       |
|            | 1000 | 9                                 | 15      | 11      | 12   | 10    | 4      | 2       |
|            | 1500 | 15                                | 19      | 14      | 30   | n     | 7      | 2       |
|            |      |                                   |         |         |      |       |        |         |
| IES        | 500  | 22                                | 15      | 11      | 10   | 10    | 2      | 2       |
|            | 1000 | 15                                | 15      | 11      | 10   | 7     | 4      | 2       |
|            | 1500 | 22                                | 15      | 11      | 10   | 10    | 4      | 2       |
|            |      |                                   |         |         |      |       |        |         |
| NES        | 500  | 22                                | 19      | 30      | 30   | 15    | 2      | 2       |
|            | 1000 | 20                                | 39      | 11      | 30   | 14    | 4      | 2       |
|            | 1500 | n                                 | n       | n       | 10   | 17    | 7      | 6       |
|            |      |                                   |         |         |      |       |        |         |
| B 9        | 500  | 22                                | 15      | 11      | 10   | 7     | 4      | 2       |
|            | 1000 | 15                                | 15      | 11      | 10   | 7     | 4      | 2       |
|            | 1500 | 20                                | 15      | 11      | 10   | 10    | 4      | 2       |
|            |      |                                   |         |         |      |       |        |         |
| CCC        | 500  | 22                                | 15      | 14      | 10   | 10    | 2      | 2       |
|            | 1000 | 22                                | 15      | 11      | 10   | 10    | 2      | 2       |
|            | 1500 | 22                                | 15      | 14      | 10   | 10    | 4      | 2       |
|            |      |                                   |         |         |      |       |        |         |
| M H        | 500  | 26                                | 15      | 11      | 10   | 7     | 4      | 2       |
|            | 1000 | 22                                | 19      | 11      | 12   | 10    | 4      | 2       |
|            | 1500 | 15                                | 15      | 11      | 10   | 7     | 4      | 2       |
|            |      |                                   |         |         |      |       |        |         |

\* Termine der Entnahme und des Steckens

n unter 50 % Austrieb

## 5. Treibversuche nach Applikation von Wachstumsregulatoren auf die terminale Schnittfläche von Knospentriebstücken

Um zusätzliche Information über die Wirkungen von Wachstumsregulatoren auf die Knospen zu bekommen, wurden in einer weiteren Serie Versuche durchgeführt, bei denen definierte Mengen auf die terminale Schnittfläche von Knospentriebstücken appliziert wurden. Die dabei verwendeten Triebe der Rebensorte "Spätburgunder" und der Apfelsorte "Golden Delicious" wurden ab November und Dezember, nachdem also schon niedrige Temperaturen auf die Knospen eingewirkt hatten, geschnitten und die Reaktion der Knospen beobachtet.

### 5.1. Reben

In Tab. 14 sind die Ergebnisse für die Sorte "Spätburgunder" zusammengefaßt. Bei der Kontrolle (unbehandelte Knospentriebstücke) zeigt sich das typische Verhalten, je später die Entnahme ist, umso mehr verkürzt sich die kritische Austriebsdauer. 1968/69 zeigten sich folgende Wirkungen:

GA 3 verhinderte am 6.12. das Austreiben vollständig, bei 25  $\mu$ g auch im Januar und Februar, bei niedrigeren Konzentrationen an allen Terminen und auch bei der höchsten Konzentration am letzten Termin kommt es zu einer deutlichen Verzögerung des Austriebes.

Diese Verzögerung ist auch vorhanden bei einer Kombination von GA 3 und CCC und GA 3 mit IES.

IES wirkte in der niedrigsten und mittleren Stufe an sämtlichen Terminen nur wenig oder gar nicht verzögernd ein. Bei der höchsten Stufe war die Verzögerung dagegen an allen Terminen ausgeprägt.

NES hemmte in der höchsten Gabe vollständig, in der mittleren gering, aber einheitlich, und in der niedrigsten Stufe nicht den Knospenaustrieb.

Tab. 14: Wirkung von Wachstumsregulatoren auf die kritische Austriebsdauer bei *Vitis vinifera* "Spätburgunder" (Knospen-  
triebstücke, Applikation auf die terminale Schnittfläche,  
Winter 1967/1968 und 1968/1969 entnommen).

| Behandlung |             | Kritische Austriebsdauer in Tagen |         |       |        |
|------------|-------------|-----------------------------------|---------|-------|--------|
| 1967/68    | / $\mu$ g * | 6.XII.                            | 9.I.    | 1.II. | 4.III. |
| Kontrolle  |             | 21                                | 18      | 19    | 13     |
| GA 3       | 0,25        | -                                 | 19      | 22    | 19     |
|            | 2,50        | n                                 | 29      | 25    | 22     |
|            | 25,00       | n                                 | n       | n     | 29     |
| GA3+CCC    | 2,50        | -                                 | 30      | 32    | 26     |
| GA3+IES    | 2,50        | -                                 | 30      | 32    | 26     |
| IES        | 0,25        | -                                 | 18      | 18    | 12     |
|            | 2,50        | 21                                | 19      | 22    | 13     |
|            | 25,00       | 32                                | n       | 29    | 16     |
| NES        | 0,25        | -                                 | 18      | 20    | 14     |
|            | 2,50        | -                                 | 21      | 24    | 17     |
|            | 25,00       | -                                 | n       | n     | n      |
| Kinetin    | 0,25        | -                                 | 19      | 19    | 11     |
|            | 2,50        | 23                                | 19      | 16    | 13     |
|            | 25,00       | 24                                | 19      | 17    | 12     |
| B 9        | 0,25        | -                                 | 17      | 20    | 13     |
|            | 2,50        | 21                                | 17      | 20    | 13     |
|            | 25,00       | 21                                | 17      | 19    | 13     |
| CCC        | 0,25        | -                                 | 18      | 16    | 13     |
|            | 2,50        | 21                                | 17      | 18    | 12     |
|            | 25,00       | 21                                | 18      | 19    | 12     |
| M H        | 0,25        | -                                 | -       | 21    | 16     |
|            | 2,50        | -                                 | -       | 21    | 14     |
|            | 25,00       | -                                 | -       | n     | n      |
| <hr/>      |             |                                   |         |       |        |
| 1968/69    | *           | 25.XI.                            | 11.XII. | 13.I. | 10.II. |
| Kontrolle  |             | 26                                | 21      | 23    | 17     |
| GA 3       | 2,50        | n                                 | n       | n     | n      |
| IES        | 2,50        | n                                 | n       | 28    | 21     |
| NES        | 2,50        | n                                 | n       | n     | 25     |
| CCC        | 2,50        | 36                                | 24      | 26    | 18     |

\* Termine der Entnahme und des Steckens

n kein oder unter 50 % Austrieb

- nicht durchgeführt

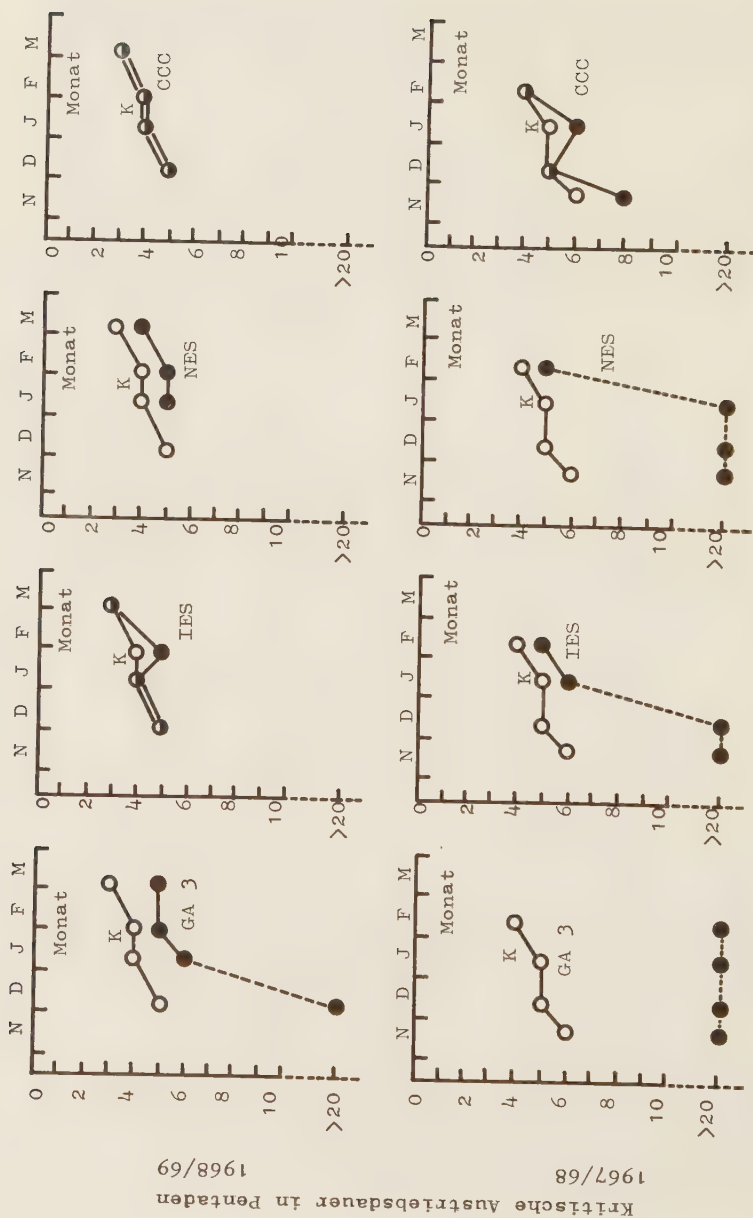


Abb. 16: Wirkung einer Applikation von Wachstumsregulatoren auf die terminale Schnittfläche auf den Austrieb der Rebensorte "Spätburgunder", je 2,5 µg

Bei Kinetin ließen sich keine deutlichen Wirkungen nachweisen, ebenso bei B 9 und CCC Applikationen.

Bei MH, das nur im Januar und Februar appliziert wurde, konnte eine Hemmung nur bei der höchsten Stufe festgestellt werden, sie war vollständig.

Die Ergebnisse im Jahre 1968/69 wo nur mit der mittleren Menge von 2,5 µg pro Knospentriebstück gearbeitet wurde, brachten ähnliche Befunde:

GA 3 hemmte vollständig, IES zeigte vollständige Hemmung im November und Dezember und deutliche Verzögerung im Januar und Februar.

Bei NES war die vollständige Hemmung bis Januar zu beobachten, im Februar betrug die Verzögerung gegenüber der Kontrolle noch 8 Tage.

CCC zeigte nur eine geringfügige Wirkung im Dezember und Januar.

In Abb. 16 sind die Wirkungen der Wachstumsregulatoren, die in beiden Jahren die deutlichsten Wirkungen auf den Knospentrieb brachten, nämlich GA 3, IES, NES und CCC graphisch dargestellt. Besonders deutlich wird hier die hemmende Wirkung von Gibberellin und den beiden Auxinen, vor allem im Jahre 1968/69.

## 5.2. Apfel

Wurden die gleichen Behandlungen wie bei "Spätburgunder" an Knospentriebstücken der Apfelsorte "Golden Delicious" vorgenommen, zeigte sich vor allem eine entgegengesetzte Wirkung bei den GA 3 Behandlungen (s. Tab. 15). Im Dezember und Januar förderten sie das Austreiben der Knospen deutlich, was sich in einer Verkürzung der kritischen Austriebsdauer zeigte.

Tab. 15: Wirkung von Wachstumsregulatoren auf die Geschwindigkeit des Knospenaustriebes bei Apfelsorte "Golden Delicious" (Knospentriebstücke, Winter 1967/68 entnommen, Applikation auf die terminale Schnittfläche).

| Behandlung | Kritische Austriebsdauer in Tagen |           |       |       |        |
|------------|-----------------------------------|-----------|-------|-------|--------|
|            | $\mu\text{g}$                     | * 13.XII. | 13.I. | 31.I. | 5.III. |
| Kontrolle  |                                   | 23        | 17    | 10    | 7      |
| GA 3       | 0,25                              | -         | 12    | 9     | 7      |
|            | 2,50                              | 16        | 11    | 9     | 7      |
|            | 25,00                             | 16        | 12    | 8     | 7      |
| GA3+CCC    | 2,50                              | -         | 12    | 9     | 8      |
| GA3+IES    | 2,50                              | -         | n     | n     | n      |
| IES        | 0,25                              | -         | 20    | 12    | 8      |
|            | 2,50                              | n         | n     | n     | n      |
|            | 25,00                             | n         | n     | n     | n      |
| NES        | 0,25                              | -         | 28    | n     | 11     |
|            | 2,50                              | -         | n     | n     | n      |
|            | 25,00                             | -         | n     | n     | n      |
| Kinetin    | 0,25                              | -         | 16    | 10    | 7      |
|            | 2,50                              | 19        | 16    | 10    | 7      |
|            | 25,00                             | 18        | 16    | 10    | 7      |
| B 9        | 0,25                              | -         | 13    | 9     | 7      |
|            | 2,50                              | 18        | 13    | 9     | 7      |
|            | 25,00                             | 18        | 15    | 10    | 8      |
| CCC        | 0,25                              | -         | 13    | 9     | 7      |
|            | 2,50                              | 19        | 13    | 9     | 7      |
|            | 25,00                             | 19        | 17    | 10    | 8      |
| M H        | 0,25                              | -         | -     | 10    | 8      |
|            | 2,50                              | -         | -     | 10    | 8      |
|            | 25,00                             | -         | -     | n     | n      |

\* Termine der Entnahme und des Steckens

n kein oder unter 50 % Austrieb

- nicht durchgeführt

Bei einer Kombination von GA 3 und CCC blieb die fördernde Wirkung des Gibberellins vorherrschend. Bei einer Kombination von GA 3 mit IES war bis in den März hinein eine absolute Hemmung vorhanden.

IES wirkte in der Stufe 0,25 µg leicht hemmend, in den beiden höheren Stufen dagegen total hemmend.

NES wirkte in der niedrigen Stufe hemmend und in den höheren Stufen total hemmend auf das Austreiben der Knospen.

Kinetin zeigte am ersten Termin im Dezember eine leichte fördernde Wirkung, später jedoch keine Unterschiede gegenüber der Kontrolle.

Bei B 9 und CCC Applikationen war eine fördernde Tendenz vorherrschend, bes. im Dezember und Mitte Januar.

MH wirkte nur in der höchsten Stufe total hemmend.

## 6. Veränderungen des Gehaltes an Abscisinsäure in Knospen von Reben und Kirschen

Wie in der Literaturübersicht angeführt, wurde in letzter Zeit der ABS eine besondere Bedeutung bei der Knospenruhe zugeschrieben. Bei der Rebensorte "Riesling" und der Pr. avium-Unterlage "F 12/I" wurden deshalb im Jahre 1969/70 mit Mitte August bzw. Anfang Oktober beginnend und bis Ende März bzw. Mitte April Knospenproben entnommen. Diese wurden zunächst sofort bei  $-25^{\circ}\text{C}$  eingefroren und bei gleicher Temperatur in einer Tiefkühltruhe aufbewahrt. Sie wurden dann auf ihren Gehalt an freier und - an einigen Terminen - an glukosidisch gebundener ABS untersucht.

### 6.1. Methoden

#### Aufbereitung und Trennung

Je 20 g (Frischgewicht) Knospen von "Riesling" und 40 g (Frischgewicht) Knospen von F 12/I" wurden nach der Methode von MILBORROW (1967) in je zwei Wiederholungen aufgearbeitet. Die mit Äthyläther aus der sauberen wässrigen Phase extrahierten Fraktionen, die die freie ABS enthielten, wurden unter Vakuum getrocknet, wieder mit Äthylacetat eluiert und mit 3 Laufmitteln dünn-schichtchromatographisch in folgender Reihenfolge getrennt und gereinigt:

1. n-Propanol: Butanol:Ammoniak:Wasser (6:2:1:2)
2. Benzol: Äthylacetat:Essigsäure (70:30:5)
3. Benzol: Aceton:Essigsäure (70 : 30 : 1)

Bei Rebenknospen ergab dieses Vorgehen gute Resultate. Die Eluate von Kirschknospen enthielten viele Verunreinigungen und mußten deshalb nochmals mit Laufmittel 2 getrennt und gereinigt werden.

Die wässrige Phase, aus denen die freie ABS schon mit Äthyläther extrahiert war, wurde dann mit NaOH-Lösung auf pH 11 eingestellt und bei  $60^{\circ}\text{C}$  für 30 Minuten erwärmt, um die Bin-

dung zwischen ABS und Glukosid zu spalten und die gebundene ABS ermitteln zu können (KOSHIMIZU et al. 1968). Die weitere Extraktion und Reinigung erfolgte dann in gleicher Weise wie oben angegeben.

#### Identifizierung

##### a) Rf-Werte

Die erste Identifizierung der ABS erfolgte bei der Dünnschichtchromatographie. In den drei verwendeten Laufmitteln betrugen die Rf-Werte Laufmittel 1 ca. 0,65  
Laufmittel 2 ca. 0,12  
Laufmittel 3 ca 0,30

Diese Werte stimmten mit denen der Referenzsubstanz , synthetische ABS der Firma La Roche, überein.

##### b) UV-Spektrum

Die dünn-schichtchromatographisch gereinigten ABS-Proben wurden von der letzten Platte abgekratzt, 3 mal mit 10 ml peroxydfreiem Äthyläther eluiert, zentrifugiert, unter Vakuum eingedampft und mit jeweils 5 ml "Methanol zur Spektroskopie" aufgenommen. Gegen das Eluat eines entsprechenden Leerchromatogramms wurden diese Proben mit Hilfe des Spektrophotometers "Zeiss PQ II" spektralphotometrisch im UV-Bereich zwischen 220 - 300 nm gemessen. In der Abb. 17 sind einige Absorptionskurven angeführt, aus denen hervorgeht, daß sich das Absorptionsmaximum bei 260 nm befindet.

##### c) ORD-Messung

Ein Teil der Proben, die schon spektralphotometrisch gemessen waren, wurden wieder eingedampft und mit jeweils 1 ml "Methanol zur Spektroskopie" aufgenommen. Mit dem Spektralphotometer "Zeiss REPM 12" wurden dann die Messungen der optischen Rotationsdispersion durchgeführt. Die Ergebnisse (in Abb. 18 wird als Beispiel das erhaltene ORD-Spektrum von ABS aus Kirschknospen vom 1.10.1969 gegeben) zeigten den typischen Verlauf mit einem

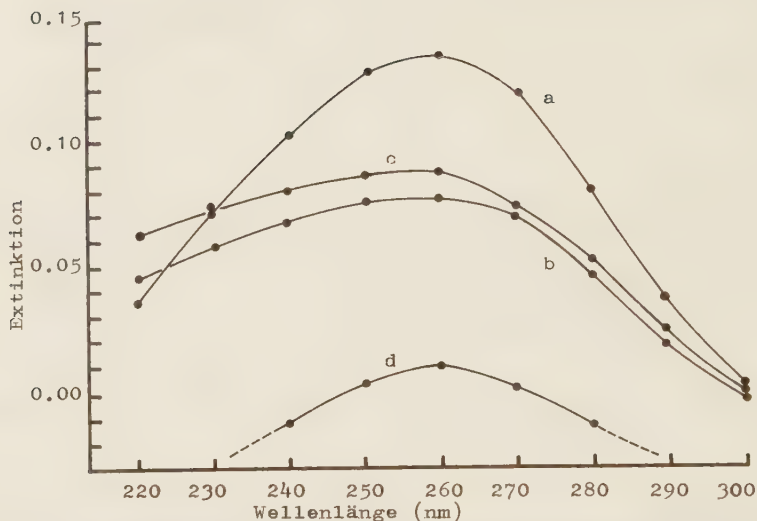


Abb. 17: Extinktion der ABS von verschiedenen Knospenproben *Vitis vinifera* "Riesling" (a) vom 14.11.1969, (b) vom 12.12.1969 und *Prunus avium* "F 12/I" (c) vom 5.12.1969, (d) vom 16.3.1970).

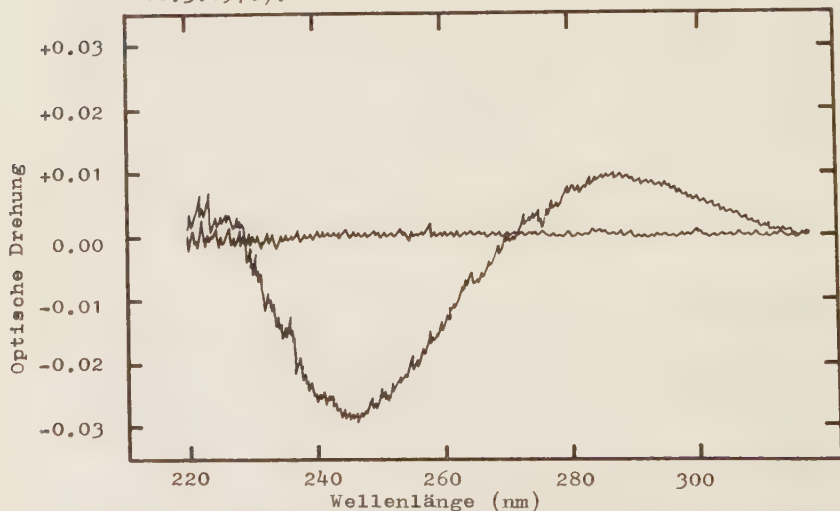


Abb. 18: ORD-Spektrum von ABS aus einer Probe von Kirschenknospen (*Pr. avium* F 12/I am 1.10.1969)  
Horizontale Linie: Methanol zur Spektroskopie

Maximum bei positiver Drehung von 289 nm und von 246 nm bei negativer Drehung.

Aus den bei den drei Methoden erhaltenen Ergebnissen kann geschlossen werden, daß es sich bei der untersuchten Substanz um Abscisinsäure handelt.

#### Quantitative Bestimmung

Die quantitative Bestimmung der ABS Mengen erfolgte bei 260 nm im Zeiss PQ II Spektralphotometer. Die Eichkurve wurde mit reiner ABS (razemisches Gemisch der Firma La Roche) im Konzentrationsbereich zwischen  $10^{-8}$  bis  $10^{-5}$  mg/ml hergestellt, insgesamt mit 28 Werten, s. Abb. 19. Es erfolgte dann eine Umrechnung der Mengen pro Einzelknospe.

#### 6.2. Ergebnisse

In Tab. 16 sind die so ermittelten Werte für die freie, die glukosidisch gebundene und Gesamt-ABS zusammengefaßt. Bei der Rebensorte "Riesling" stieg die Menge an freier ABS von  $24 \cdot 10^{-7}$  µg/Knospe Mitte August zu einem Maximum von 116 Einheiten Mitte November an. Am 12.12. ergab sich ein relativ starker Abfall auf rund 50 Einheiten, dem ein weiteres Absinken bis zum 24.3. folgte. Die Mengen an ABS in gebundener Form wurden nur an drei Terminen ermittelt. Sie lagen Mitte August bei 115 Einheiten und erhöhten sich bis zum 20.3. auf  $296 \cdot 10^{-7}$  µg/Knospe.

In den Knospen von Pr. avium "F 12/I" lagen die ermittelten Mengen für die freie ABS wesentlich tiefer, zwischen dem 1.10. und 19.11. zeigten sich keine wesentlichen Veränderungen, die Werte lagen im Bereich zwischen 26 und  $20 \cdot 10^{-7}$  µg/Knospen. Sie sanken bis zum 15.4., wo die Knospen sich bereits im Austrieb befanden, auf Null ab. Die Mengen an gebundener ABS lagen am 1.10. etwa 5 mal so hoch wie die der freien ABS, sie erhöhten sich am 19.1. auf 169 Einheiten und sanken beim Austrieb auf 48 Einheiten ab.

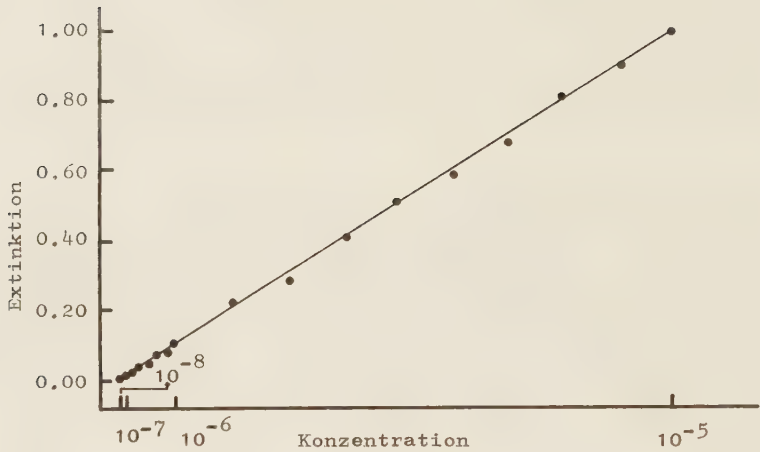


Abb. 19: Eichkurve aus reiner ABS (La Roche) bei 260 nm

| Art und Sorte                | Datum der Entnahme | Mengen an ABS in $10^{-7}$ ug/Knospe |           |       |
|------------------------------|--------------------|--------------------------------------|-----------|-------|
|                              |                    | freie                                | gebundene | Summe |
| Vitis vinifera<br>"Riesling" | 15.8.1969          | 24                                   | 115       | 139   |
|                              | 19.9.              | 57                                   |           |       |
|                              | 9.10.              | 80                                   |           |       |
|                              | 15.10.             | 58                                   |           |       |
|                              | 23.10.             | 77                                   |           |       |
|                              | 14.11              | 116                                  | 194       | 310   |
|                              | 12.12.             | 49                                   |           |       |
|                              | 15.1.1970          | 16                                   |           |       |
|                              | 20.2.              | 8                                    | 296       | 304   |
|                              | 24.3.              | 19                                   |           |       |
| Pr.avium<br>"F12/I"          | 1.10.69            | 24                                   | 126       | 150   |
|                              | 5.12.              | 23                                   |           |       |
|                              | 22.12.             | 25                                   |           |       |
|                              | 30.12.             | 26                                   |           |       |
|                              | 8.1.1970           | 24                                   |           |       |
|                              | 19.1.              | 20                                   | 169       | 189   |
|                              | 23.2.              | 14                                   |           |       |
|                              | 16.3.              | 8                                    |           |       |
|                              | 15.4.              | 0                                    | 48        | 48    |

Tab. 16: Mengen an freier und gebundener ABS pro Knospe  
bei Rebe und Kirsche

In den Abb. 20 und 21 sind in drei Paralleldarstellungen die Trends der Mengen an freier ABS (oben), der Verlauf der Temperaturen (und zwar der Dekaden Maximum und Minimum Mittelwerte, sowie die niedrigsten Temperaturen in den einzelnen Pentaden) und das Austriebsverhalten der Knospen, das parallel in dazu durchgeführten Treibversuchen bei 20°C an Augentriebstücken ermittelt wurde, zum Vergleich aufgezeichnet. Außerdem sind phänologische Phasen wie Ernte, Blattfall, Austrieb enthalten.

Bei der Rebensorte "Riesling" (Abb. 20) liegt der Anstieg der Mengen an freier ABS in dem Zeitabschnitt, wo die Temperaturen im Herbst allgemein absinken. Nach dem ersten Frost am 6.11. wurden am 14.11. die höchsten freien ABS-Mengen festgestellt. Die Austriebsbereitschaft der Knospen war bis dahin gleich Null, d.h. keine Knospen konnten austreiben. Nach dem ersten Frost am 14.11. entnommene Knospentriebstücke zeigten nach 47 Tagen einen Austrieb von 50 % der Knospen.

Im Bereich der abnehmenden Mengen an freier ABS liegen die Temperaturen relativ niedrig, die Dekaden-Mittel der Minimum Temperaturen meist unter 0°C. Die Austriebsbereitschaft der Knospen steigt dagegen laufend an. So trieben am 24.3. nach 13 Tagen 50 % der Knospen aus, insgesamt 100 % der an jedem Termin getriebenen 50 Knospentriebstücke. Das Maximum an freier ABS wurde wenige Tage nach vollkommenen Blattfall gefunden.

Bei der Prunus-avium-Unterlage "F 12/I" (Abb. 21) wurden die Knospen erst ab 1.10. auf ihren ABS-Gehalt untersucht. An diesem Termin hatten die meisten Pflanzen ihre Blätter zum größten Teil schon verloren, der Rest wurde nach dem ersten Frost am 2.11. zum Abfallen gebracht. Hier konnte kein Anstieg der freien ABS-Mengen/Knospe ermittelt werden, die Werte lagen zum 19.1. in gleicher Höhe und sanken dann laufend ab. Hohe Werte an freier ABS gingen parallel mit den abnehmenden Temperaturen. Mit ansteigenden Temperaturtendenzen ab etwa Anfang Januar fallen die Mengen an freier ABS deutlich ab.

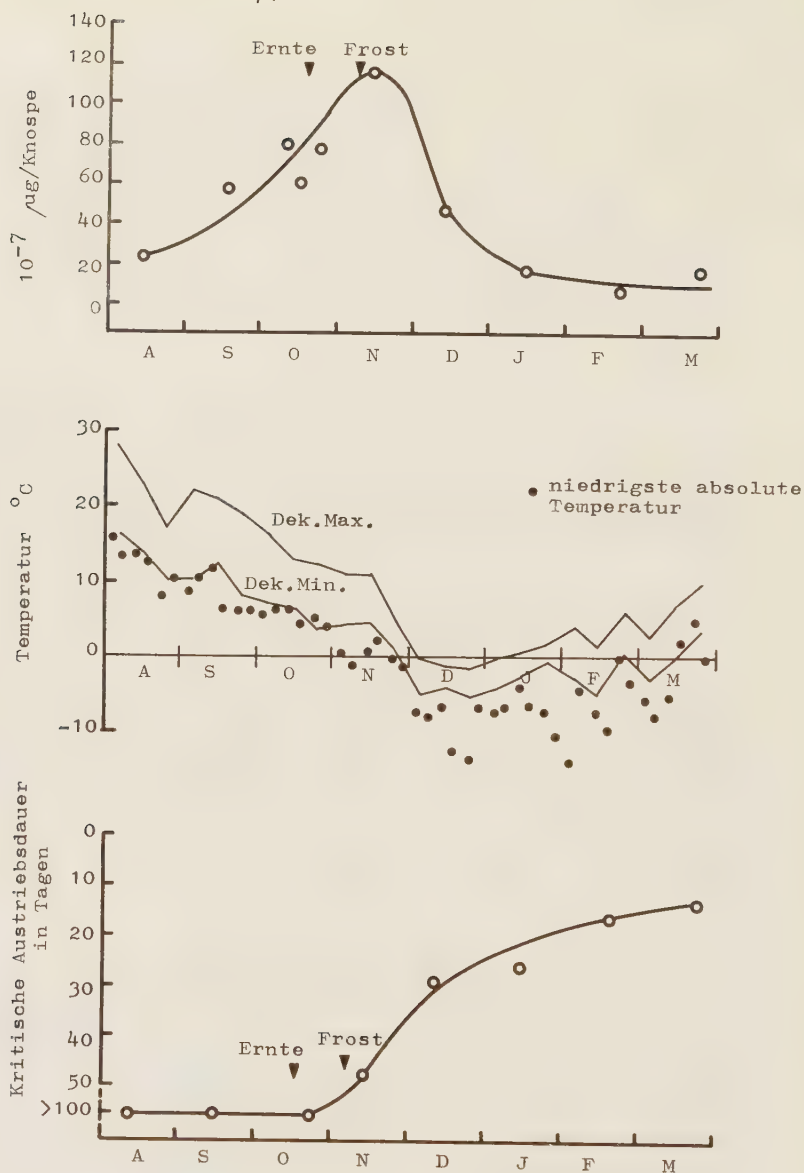


Abb. 20: Veränderungen der Mengen an freier ABS in Knospen der Rebensorte "Riesling" (oben), Verlauf der Max. und Min. Dekandenmittel der Temperatur und der niedrigsten absoluten Temperaturen der Pentaden (mitte); Verlauf des Knospenaustriebes (Anzahl Tage, bis 50 % der Knospen ausgetrieben waren) von Knospentriebstücken.

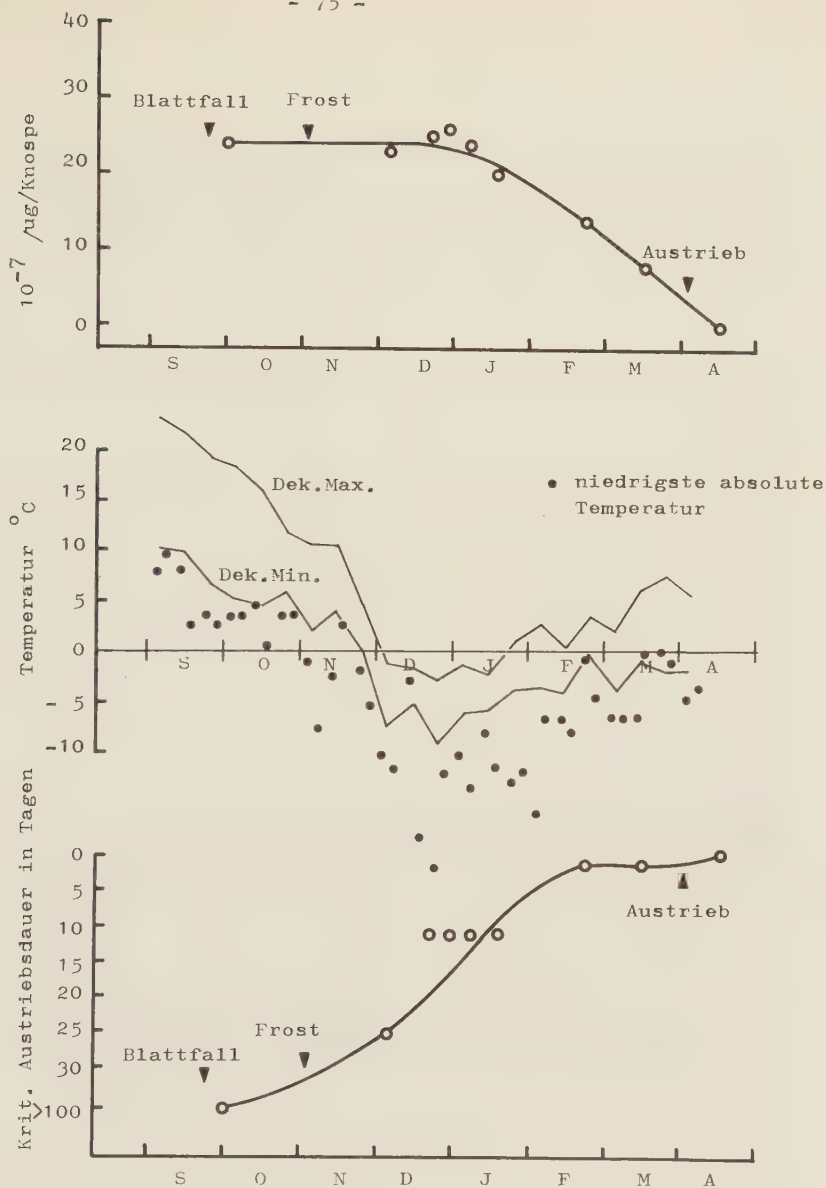


Abb. 21: Veränderungen der Mengen an freier ABS in Knospen der Kirschenunterlagen Pr. avium "F 12/I" (oben): Verlauf der Temperaturen (mitte) und Verlauf des Knospenaustriebes bei Langtrieben (unten), s. Abb. 20

Die Austriebsbereitschaft der Knospen, dargestellt als kritische Austriebsdauer, steigt laufend vom 1.10. - vollkommene Hemmung, kein Austrieb - bis Ende Dezember/Anfang Januar - 50 % Austrieb nach 12 Tagen - bis Ende Februar, wo die Knospen bereits nach 2 Tagen zu 100 % ausgetrieben waren.

### 6.3. Wirkung von ABS-Applikation auf die terminale Schnittfläche

Bei einem im Jahre 1969 durchgeführten Testversuch, in dem die Wirkung einer Applikation von ABS auf das terminale Triebende von Knospentriebstücken im Treibversuch ermittelt werden konnte, zeigte sich, daß bei einer Entnahme vor dem Frost, am 23.10., eher eine den Austrieb fördernde Wirkung auftrat (s. Tab. 17). Während von den unbehandelten 50 Knospentriebstücken 60-100 Tage nach Treibbeginn kein Austreiben einer einzigen Knospe festgestellt werden konnte, waren nach Applikation von 10 µg immerhin insgesamt fast 1/5 zum Austreiben gekommen, d.h. die ABS hatte eher eine Förderung als eine Hemmung bewirkt.

Ohne Ergebnisse verliefen weitere Tastversuche bei denen Knospentriebstücke vor einer ABS-Applikation auf das terminale Triebende 240 Stunden lang bei  $-5^{\circ}\text{C}$  gelagert worden waren (s. Tab. 18). Während beim "Riesling" (hohes Kältebedürfnis) andeutungsweise eine leichte Verzögerung festzustellen war, kam es beim "Spätburgunder" zu einer geringfügigen Beschleunigung bis zu dem Termin, an dem 50 % der Knospen aufgebrochen waren. Am Ende der Beobachtungen, als 100 % der Knospen aufgebrochen waren, zeigten sich keine Differenzen gegenüber der Kontrolle.

Tab. 17: Wirkung einer Applikation von exogener ABS auf den Prozentsatz ausgetriebener Knospen bei *Vitis vinifera* "Riesling" (je 50 Knospentriebstücke, 23.10.1969 aus dem Freiland entnommen, Applikation auf die terminale Schnittfläche).

| Behandlung<br>$\mu\text{g}$ | Austrieb % |      |      |      |
|-----------------------------|------------|------|------|------|
|                             | 1)<br>60   | 70   | 80   | 100  |
| Kontrolle                   | n          | n    | n    | n    |
| 10                          | 2 %        | 14 % | 18 % | 18 % |
| 100                         | 4 %        | 6 %  | 6 %  | 6 %  |

1) Tage nach der Applikation

n) nicht ausgetrieben

Tab. 18: Wirkung exogener ABS auf die Geschwindigkeit des Knospenaustriebes bei *Vitis vinifera* "Riesling" und "Spätburgunder" nach 240 stündiger Vorlagerung bei  $-5^{\circ}\text{C}$  (30.11.1969, je 20 Augentriebstecklinge, Applikation auf terminale Schnittfläche).

| Behandlung    | Anzahl in Tagen, an denen 50 bzw. 100 % der Knospen ausgetrieben waren |       |               |       |
|---------------|------------------------------------------------------------------------|-------|---------------|-------|
| $\mu\text{g}$ | Riesling                                                               |       | Spätburgunder |       |
|               | 50 %                                                                   | 100 % | 50 %          | 100 % |
| Kontrolle     | 25                                                                     | 32    | 29            | 32    |
| 1             | 27                                                                     | 32    | 27            | 32    |
| 5             | 27                                                                     | 35    | 27            | 32    |
| 10            | 27                                                                     | 35    | 25            | 32    |

Die Knospen konnten bei jeder Behandlung 100 % austreiben

## E. Diskussion

Die Knospen laubabwerfender Obstgehölze durchlaufen verschiedene Phasen der Ruhe, die sich nach JOHANNSEN (1900) pauschal in Vorruhe, Mittel- oder Hauptruhe und Nachruhe einteilen lassen. In der V o r r u h e (Pre-dormancy, early rest) ist anfänglich eine korrelative Hemmung des Austriebs vorhanden (MOLISCH 1909), die erst allmählich in die eigentliche Vorruhe übergeht. Das Austreiben der Knospen wird in dieser Phase durch in der Pflanze aber außerhalb der Knospe selbst liegenden Ursachen (z. B. Einfluß der Terminalknospe, Vorhandensein von Blättern u.a.) verhindert.

Im Verlauf der Vorruhe nimmt die "innere Knospenhemmung" allmählich zu. Das Austreiben wird dann in zunehmendem Maße durch in den Knospen selbst liegenden Ursachen gehemmt oder verhindert. Die Knospen treten dann in die M i t t e l - oder H a u p t - r u h e (middle rest, main rest) ein, in der die i n n e r e H e m m u n g am höchsten ist. Das Wachstum kann nun nicht mehr durch Veränderung klimatischer Faktoren induziert werden, läßt sich aber - wie bei Blütensträuchern in der Treiberei - durch spezielle Manipulation einleiten.

Später kann das Wachstum der Knospen durch Variation klimatischer Faktoren, insbesondere der Temperatur eingeleitet oder induziert werden, wodurch die innere Hemmung abnimmt und die Knospen in die N a c h r u h e (post-dormancy, after rest) kommen. In dieser Phase werden sie im Freiland häufig nur noch durch ungünstige Außenbedingungen, wie niedrige Temperaturen gezwungen, in Ruhe zu bleiben, obgleich eine Austriebsbereitschaft bereits vorliegt.

Im Zusammenhang mit den durchgeführten Versuchen und den dabei erzielten Ergebnissen sollen hier die beim Übergang von der Mittelruhe zur Nachruhe wirksamen Wuchstoffs-Hemmstoff-Korrelation in ihrer Beziehung zur Temperatureinwirkung diskutiert werden. Nicht berücksichtigt wurden Lichtbedingungen, photoperiodische Einwirkung usw. Die Vorgänge, die die Knospen zur Austriebsbe-

reitschaft führen könnten, lassen sich anhand von 2 Faktorenkomplexen erklären, nämlich (1) Inaktivierung bzw. Umsetzung von Hemmstoffen und (2) Aktivierung bzw. Synthese von Wuchsstoffen.

#### 1) Einfluß des endogenen ABS-Spiegels auf die Knospenruhe

Unter den Hemmstoffen scheint der ABS eine wichtige Rolle zuzukommen, obgleich außer dieser noch mehrere natürlich vorkommenden Inhibitoren in Pflanzen vorhanden sind. Naringenin (HENDERSHOTT und WALKER 1959 bei Pfirsich), Lunulariasäure (VALIO u. SCHWABE 1970 bei Lunularia), Phaseinsäure (MacMILLAN und PRYCE 1969 bei Phaseolus) ist neuerdings auch noch Xanthoxin (TAYLOR und BURDEN 1970) in Phaseolus nachgewiesen worden.

Für den Übergang der Vorruhe in die eigentliche Mittelruhe nimmt WAREING (1954) aufgrund von Resultaten, die er bei *Betula* gewann, an, daß ein die Knospenruhe induzierender Hemmstoff unter der Kurztagbedingung in den Blättern gebildet und in die Knospen transportiert wird.

Auch bei Reben scheint das den Knospenaustrieb hemmende Prinzip zumindest teilweise mit ABS identisch zu sein. Die freie ABS erreicht hier kurz vor dem Blattfall in den Knospen ein Maximum. Durch einen Kälteschock wird beim Übergang zur Nachruhe aller Wahrscheinlichkeit nach ein System induziert, das die freie ABS in eine physiologisch inaktive, gebundene Form überführt. Dies konnte durch Synthese bzw. Aktivierung eines entsprechenden Enzyms geschehen. Der Nachweis einer Zunahme glukosidisch gebundener ABS gerade in dieser Phase, legte den Schluß nahe, daß die Inaktivierung des Inhibitors und der Bildung des (+)-Abscissyl- $\beta$ -D-Glukopyranosid (KOSHIMIZU et al., 1968) identisch ist. Die dabei nahezu gleichbleibende Summe gebundener und freier Inhibitors (Tab. 16) macht wahrscheinlich, daß ein Abbau von ABS nur bedingt an der Hemmstoffinaktivierung beteiligt sein kann.

Glukosidisch gebundene ABS ist physiologisch nicht wirksam. Obwohl Ende Februar (+)-Abscissyl- $\beta$ -D-Glukopyranosid in hoher Konzentration in den Knospen nachgewiesen werden konnte, kommt es, um Kälte- bzw. Jahreszeitlich bedingten raschen Austrieb.

## 2) Wirkung von Wuchsstoffen

In zahlreichen Veröffentlichungen ist eine Beziehung zwischen Knospenruhe und dem Wuchsstoffgehalt diskutiert worden. Dabei wird generell angenommen, daß die Ruheperiode durch einen niedrigen Auxingehalt gekennzeichnet ist (z.B. bei Pfirsiche BLOMMAERT 1955).

AVERY et al. (1937) fanden kein Auxin in ruhenden terminalen Knospen bei Apfel. Erst kurz vor der Knospenschwellung wird Auxin angereichert. Auch BENETT und SKOOG (1938) konnten bei Kirsche und Birne kein Auxin feststellen. Hier wurde durch die Kälteeinwirkung eine Vorstufe von Auxin gebildet. Wegen der bekannten methodischen Schwierigkeiten eines Auxins, besonders bei den phenole-reichen Objekten, sollten jedoch Ergebnisse die quantitative Korrelation von Auxinen und Knospenruhe postulieren und vorbehalten diskutiert werden.

Eine weitere Möglichkeit der Regulation der Knospenruhe könnte in einem veränderten Gibberellin Gehalt liegen. So fand El-Antably (zit. WAREING, 1969) bei *Ribes nigrum* mit Hilfe Zwergmais-Blattsegment-Test, daß zwischen Januar und März der abnehmende Gehalt an Hemmstoffen von einer Zunahme des Gibberellin gehaltes begleitet wird.

Sicher entspricht ein derartiges Modell nicht der Komplexität des lebendigen Systems. Es ist denkbar, daß hormonale Komponenten, in den Zellen ruhender Knospen inaktiviert vorliegen, oder in Zellkompartimenten gespeichert sind, die einen direkten Zutritt zum Wirkort nicht erlauben. In einem solchen, durch neueste Resultate der Phytohormonforschung gestützten Modell (SCHRAUDOLF 1969, 1970) wäre der Zustand, der diese Kompartimente abgrenzenden Plasmamembranen für die physiologische Aktivität der Knospe von höchster Bedeutung. Die Kältereaktion, deren primärer Wirkort bislang unbekannt ist, könnte primär diese Systeme beeinflussen und dadurch gleichsam in einer Kippreaktion inaktivierte Hormone neu in physiologische Prozesse einführen (s. Abb. 22). Ebenso ist vorstellbar, daß Kälte eine Aktivierung von Wuchsstoffen synthetisierenden oder aktivierenden Enzymsystemen bewirkt. Dies wäre durch allosterische

Prozesse oder durch Neusynthese (Induktion) möglich. Für Experimente zur Klärung dieser Grundlagen sind allerdings die von uns aus praktischen Gründen gewählten Objekte zweifellos wenig geeignet.

Daß ABS nicht der alleinige, die Knospenruhe regulierende Parameter ist, zeigen auch die in Abb. 20 und 9 dargestellten Lagerungsversuche. Obwohl im Spätherbst isolierte Triebe noch durch einen niedrigen Gehalt an freier ABS gekennzeichnet sind (20 a), ist ihre Austriebsbereitschaft nahezu Null (20 c). Die absolute Knospenruhe muß während dieser Phase noch durch einen zusätzlichen Faktor maßgeblich mit bestimmt werden (s. auch Einfluss applizierter ABS, Tab. 17 u. 18). Ob ein ungünstiger Wuchsstoffspiegel (Auxine, Gibberelline) an der Regulation beteiligt ist, oder ob die Knospen dieses Entwicklungszustandes durch eine erhöhten ABS-Sensibilität schon durch relativ niedrige ABS-Konzentration blockiert werden können, kann aus unseren Versuchen nicht unmittelbar geschlossen werden. Sicher ist, daß die Kältebehandlung in jeder dieser Phasen eine wesentliche Rolle bei der Induktion der Austriebsbereitschaft spielt, und daß durch Kälte ein ABS-inaktiviertes System in Gang gebracht wird. Wie Abb. 9 zeigt, ist für den Austrieb in Knospentriebstücken von "Riesling" eine Kältelagerung von mindestens  $0^{\circ}$  nötig, um über 50 % Knospenaustrieb zu gewährleisten. Die kritische Temperatur liegt zwischen  $0$  und  $+4^{\circ}\text{C}$ . Diese kritische Temperatur scheint nicht für jeden Trieb, ja nicht einmal für jede Knospe eines Triebes identisch zu sein. Eine A l l e s - o d e r N i c h t s r e a k t i o n kann dennoch als Ursache angesehen werden. Wenn man annimmt, daß bei definierter Temperatur die Induktion in einer bestimmten Menge der Gesamtpopulation erfolgte (Abb. 9a: 20 % bei  $+4^{\circ}\text{C}$ , Riesling). Eine von Jahr zu Jahr verschiedene Sensibilität gegenüber einer Kälteauslösung des Knospentriebes hatte auch POUGET (1963) bei *Vitis vinifera* "Merlot" nachgewiesen. Unterhalb dieser im Sinne einer A l l e s - o d e r N i c h t s r e a k t i o n (BÜNNING 1953b) induzierenden kritischen Temperatur scheint eine Beziehung zwischen Kältemenge und Austriebsbereitschaft gegeben, die folgender Formel folgt

$K \frac{1}{T} \times t = A$ . Wobei A, die Austriebsbereitschaft, abhängig ist von einer konstanten (K) mal  $\frac{1}{T}$  (T = Temperatur mal Zeit (t = Zeit), (Abb. 9: b, c).

D. h. bei tieferen Temperaturen genügen geringere Lagerzeiten, um eine neue, gleich grosse Austriebsbereitschaft auszulösen. Daß dieses Produkt sortenspezifisch ist, zeigen die quantitativ (jedoch nicht qualitativ) anderen Verhältnisse, die bei "Spätburgunder" gemessen werden konnten. Bei dieser Sorte scheint die kritische Temperatur höher zu liegen, aber auch hier ist unterhalb der kritischen Temperatur ein direkter Zusammenhang zwischen Kältemenge und Austriebsbereitschaft vorhanden (Abb. 9: a, b, c).

Daß auch bei Kirschen ähnliche Beziehungen zwischen ABS-Gehalt, ABS-Inaktivierung, Temperatur und Austriebsbereitschaft vorliegen, zeigt Abb. 21. Da hier ABS-Bestimmungen erst nach dem Blattfall begonnen wurden, fehlt allerdings der aufsteigende Ast der ABS-Kurve, der den Jahresverlauf bei Reben kennzeichnet. Ein Modell dieser Vorstellung ist in Abb. 22 dargestellt.

Die hier in die Diskussion eingeführten Begriffe (Kältemenge - kritische Temperatur) deuten sich auch schon in den Resultaten anderer Autoren an. So findet YARNELL (1940) eine Grenztemperatur von  $+7^{\circ}$ , POUGET (1963) für Vitis vinifera "Merlot" eine solche von  $10^{\circ}\text{C}$ .



Abb. 22: Schematische Darstellung einer Kälteinduzierung der Austriebsbereitschaft von Rebenknospen.

- A: Induktionsphase, eine kritische Temperatur entblockt im Sinne einer "Alles- oder Nichts-Reaktion" die Austriebshemmung.
- B: Relisationsphase, die Austriebsbereitschaft ist abhängig von der Kältemenge ( $K \frac{1}{T} \times t$ , s.o.), d.h. je niedriger die Temperatur, umso geringere Zeit ist erforderlich.
- C: Austriebsphase (Die Austriebsgeschwindigkeit ist in einem erweiterten Temperaturbereich nur noch abhängig von der Zeit)

Während sich die Induktion der Austriebsbereitschaft (oder anders formuliert, die Brechung der Knospenruhe) als temperaturabhängig erwies, ist in der Nachruhe der Verlauf des Austriebsprozesses zwischen  $+4^{\circ}$  und  $-10^{\circ}\text{C}$  unabhängig von der Lagerungstemperatur und nur korreliert mit der Lagerzeit (s. Abb. 22, Phase C). Auch dieser Prozess ist weitgehend sortenspezifisch.

Es ist anzunehmen, daß die an Knospen unter Freilandbedingungen ermittelte Abnahme der ABS (Abb. 20) sich auch in isolierten Knospen vollzieht und daß sie zumindest an der Verkürzung der Austriebsdauer mitbeteiligt ist. Erneut muß die Frage einer Wechselbeziehung mit Wuchsstoffen offen gelassen werden.

Daß darüberhinaus noch Transportvorgänge am Phänomen der Knospenruhe mitbeteiligt sind, belegen mehrere Beobachtungen. So treiben bei Prunustrieben die unteren Knospen Anfang Dezember, wenn überhaupt, dann nur verzögert aus (Abb. 6).

Mit INGERSOLL (1970), der dies für Baumwolle belegte, kann angenommen werden, daß basale Knospen einen höheren Hemmstoffspiegel als die apikalen besitzen, eine Differenz der ein polarer, basal gerichteter Hemmstofftransport zu Grunde liegt.

Dieser gerichteten Inhibitor-Transport findet MULLINS (1965) auch bei Apfeltrieben.

Um trotz dieser Gradienten ein möglichst standardisiertes Material für unsere Versuche zu selektionieren, sind bei den Treibversuchen mit Reben immer Knospen aus der Triebmitte entnommen worden. Nur so ist ein direkter Vergleich unterschiedlich behandelter Triebe möglich, eine Standardisierung, die bislang nicht bei allen, in der Literatur vorliegenden Experimenten, beobachtet worden ist.

An welcher Stelle die von uns applizierten Wachstumsregulatoren in den Mechanismus der Knospenruhe eingreifen, ist nicht eindeutig zu klären. Sicher ist, daß ein Ersatz der induzierenden Temperatur (Abb. 22, Phase A), durch einen der zur Verfügung stehenden Wirkstoffe nicht möglich war. Eine stoffliche Induktion der

Austriebsbereitschaft ist bei Reben nicht möglich. Dagegen sind zahlreiche Wechselwirkungen dieser Verbindungen in den Phasen zu beobachten, die sich an den eigentlichen Induktionsvorgang anschließen.

Die Applikation von GA 3, IES und NES wirkte generell verzögernd auf das Austreiben der Knospen, ihre Wirkung war zu Beginn der Versuche bis Dezember/Januar meist deutlicher als im Februar und März. Dagegen fördert eine Applikation sogenannter "Hemmstoffe", wie CCC, B 9 usw., zumindest wenn die Behandlung unmittelbar nach dem Blattfall erfolgte, den Austrieb.

Die von diesen, allgemein als Inhibitoren angesprochenen Verbindungen ausgehende Förderung, geht vornehmlich auf eine Steigerung der Austriebsgeschwindigkeit (Phase C, Abb. 22) zurück. Sie ersetzen gleichsam einen gewissen Anteil der Lagerzeit.

Derartige, zunächst unerwartete Effekte (Austriebshemmung durch Wuchsstoffe, Beschleunigung durch Hemmstoffe der Gibberellinsynthese) sind z.T. an anderen Objekten schon von anderen Autoren beschrieben worden.

Eine Hemmung des Austriebes von Rebenknospen konnte von ALLEWELDT (1959 b) und von WEAVER (1959) durch hohe Dosen von GA 3 erzielt werden. Bei *Pr. avium* hat BRIAN (1960) nach GA 3-Laubspritzungen im Herbst bei Konzentration von 50 µg/ml eine Schädigung von Blütenknospen nachgewiesen.

Bei "Riesling" war die Wirkung einer GA 3-Behandlung nicht allein auf den Knospenaustrieb beschränkt, es traten auch gibberellinabhängige Veränderungen der Morphologie der Trauben auf. Da bei "Spätburgunder" über einen verzögerten Austrieb hinaus entsprechende Anomalien im Fruchtstand nicht beobachtet worden sind, läßt sich hieraus eine sortentypische Reaktion der Reben auf GA 3 ableiten. Da bei "Spätburgunder" auch signifikante Differenzen in der Reaktion in unterschiedlichen Jahren auftreten, scheint der physiologische Zustand, in dem die Behandlung erfolgte (z.B. Holzreife) für die spätere Reaktion von erheblicher Bedeutung zu sein.

Der Mechanismus, über den die GA 3 in diesem Fall eine Hemmwirkung des Knospenaustriebes bewirkt, ist nicht bekannt. Zwar beobachteten BRADLEY und CRANE (1960) bei Applikation von GA 3 (100, 500, 1000 mg/l) bei Prunusarten einen durch dieses Hormon ausgelösten Mitoseblock. Da sie jedoch im April, d.h. außerhalb der Ruheperiode applizierten, können diese Ergebnisse nicht unmittelbar mit unserer Beobachtung verglichen werden.

Für Auxine fand auch WEAVER et al. (1961) einen verzögerten Austrieb nach Tauchen ruhender Knospentriebe in NES-Lösungen. Die von uns beobachtete Hemmung durch IES ist bislang noch nicht beschrieben worden.

Auch bei unseren Versuchen war NES aktiver als IES. Grund dafür könnte die höhere Permeabilität dieser Verbindung (WEIGL 1969 a, b, c), die höhere Bindungsrate der IES in physiologisch inaktive Komplexe (z.B. Indolylasparagylsäure, ANDREAE et al. 1968) oder die rasch eintretende Photoinaktivierung der Indol-Verbindung sein.

Auch WEAVER (1968) beobachtete nach Tauchen von vitis in 2000 ppm B 9 einen beschleunigten Knospenaustrieb. CCC (200 - 2000 ppm) war in seinen Versuchen hemmend. Wir fanden bei B 9 meist eine geringe Förderung des Austriebs, CCC fördert bei "Spätburgunder", hemmt jedoch in einer Konzentration von 500 ppm die Knospen von im Februar und März entnommenen "Riesling" Trieben.

In den meisten unserer Versuche wurden Wuchs- bzw. Hemmstoffe über Laubspritzungen appliziert, d.h. sie mußten vom Laub aufgenommen, in Holz und Knospen transportiert werden. Da noch bis ins späte Frühjahr eine, wenn auch abnehmende Wirkung zu beobachten war, müssen sie in diesen Organen gespeichert und langsam inaktiviert worden sein.

Die hier dargestellten Versuche wurden ursprünglich begonnen, um Möglichkeiten einer experimentellen Vernalisierung (BÜNNING 1953 a) von laubabwerfenden Obstgehölzen zu finden. Der Anbau

dieser Obstgehölze in Subtropen (z.B. Taiwan) ist wegen der ungenügenden Kälteeinwirkung oft problematisch. Die Knospen dieser, aus nördlichen Zonen stammender Gewächse treiben dort entweder zu wenig oder unregelmäßig aus. In extremen kältearmen Jahren wird z.B. bei Reben die Ruheperiode nur bei ganz wenigen Knospen gebrochen. Damit hängt der Ertrag von der natürlichen Kälteperiode ab. Die Stundenzahl der Temperatur unter  $+10^{\circ}\text{C}$  überschreitet selten 200 Stunden. Die niedrigste absolute Temperatur in der Ebene sinkt kaum unter  $+2^{\circ}$ . Die Blätter fallen spät am Ende November ab.

Nimmt man an, daß Knospenhemmstoffe, wie ABS, im Spätsommer in den Blättern synthetisiert und in die Ruheknospen transportiert werden = ein Transporteffekt wurde z.B. durch unsere Laubspritzungsversuche mit Wachstumsregulatoren belegt - wird beim verzögerten Laubfall in subtropischen Zonen die jahreszeitliche Rhythmik des Hemmstoffspiegels unterdrückt. Nimmt man weiter an, daß die induzierende kritische Temperatur die Synthese ein hemmstoffabbauendes Enzymsystem auslöst, ist in warmen Zonen eine Abnahme des in der Knospe akkumulierten Inhibitors z.B. durch Glukosidierung nicht oder nur verzögert möglich. Beide Effekte führen so zum Phänomen eines ungenügenden und häufig nicht synchronen Knospenaustriebs nördlicher Gewächse, die in kältearmen Gebieten kultiviert werden.

Wie unsere Versuche bewiesen, ist ein voller Ersatz der Kälteeinwirkung durch hormonale Komponente bzw. Herbizide (NES) weder bei Reben noch bei Kirschen möglich. Man konnte jedoch annehmen, daß durch Agenzien, die zu künstlicher Entlaubung führen, eine Synchronisation des Hemmstoffspiegels und eine generelle Abnahme des Hemmstoffgehaltes erzwungen wird. Voraussetzung dafür wäre allerdings eine Behandlung nach abgeschlossener Holzreifung. Es ist anzunehmen, daß durch den oben zu erwartenden niedrigen Inhibitorgehalt der Knospen für eine künstliche Auflösung des Knospenaustriebs günstigere Voraussetzungen geschaffen sind.

Diese Vermutungen und Hypothesen würden sich durch experimentelle Vergleiche hinsichtlich des ABS/ATB (= Austriebsbereitschaft) in Abhängigkeit von höheren und niedrigen Wintertemperaturen, Entlaubung usw. relativ einfach nachweisen lassen.

## F. Zusammenfassung

In den Jahren 1967/68 bis 1970/71 wurde das Verhalten der Knospen verschiedener Vitis- und Prunus-Arten und -Sorten während der Winterruhe untersucht und Zusammenhänge zwischen der Austriebsbereitschaft der Knospen mit der Einwirkung von natürlichen und künstlichen niedrigen Temperaturen, mit den Einflüssen verschiedener Wachstumsregulatoren und mit dem Gehalt an freier und gebundener ABS ermittelt. Die Beurteilung der Austriebsbereitschaft erfolgte anhand der "kritischen Austriebsdauer", d.h. der Zeit in Tagen, bis zu der 50 % der Knospen in Treibversuchen bei 20° C ausgetrieben waren. Bei Reben wurde mit Knospentriebstücken, bei Prunus mit Langtrieben experimentiert.

Folgende Ergebnisse wurden erzielt:

1. Im Verlauf der Nachruhe verkürzte sich bei den untersuchten Arten und Sorten die kritische Austriebsdauer, wobei an Prunustrieben der Austrieb terminal beginnt und sich basalwärts fortsetzt.
2. Das "Kältebedürfnis" war arten- und sortentypisch, es lag bei Vitis vinifera Sorte "Riesling" wesentlich höher als bei der Sorte "Spätburgunder". Auch bei Kirschen traten erhebliche Arten- und Sortenunterschiede auf.
3. Der Verlauf der Temperaturen insbesondere die kurzfristige Einwirkung niedriger Temperaturen wirkte stark modifizierend auf die kritische Austriebsdauer, wie die Ergebnisse von Lagerungsversuchen bei definierten Temperaturen zeigten.
4. Ein Ersatz der Kälte, die für die Knospen in der Mittellruhe benötigt wird, um die Austriebsbereitschaft zu induzieren, war durch keinen der angewandten Wachstumsregulatoren möglich, die entweder im Herbst auf das Laub oder während der Winterruhe auf die terminalen Schnittflächen der Knospentriebstücke appliziert wurden.
5. GA 3, IES und NES haben generell die kritische Austriebsdauer verlängert, während CCC eher verkürzend wirkte. B 9 war relativ unwirksam. Exogene ABS, die auf die terminalen Enden von Knospentriebstücken der Rebensort "Riesling" und "Spätburgunder" gegeben wurde, zeigte keine Hemmwirkung auf den Austrieb der Knospe.

6. Die Mengen an freier ABS je Knospe erreichten bei *Vitis vinifera* "Riesling" kurz nach dem Blattfall im November ein Maximum und sanken während der Nachruhe allmählich ab. In diesem Zeitraum nahm die Austriebsbereitschaft der Knospen laufend zu. Bei *Prunus avium* "F 12/I" zeigte sich eine ähnliche Tendenz, es fehlte jedoch der aufsteigende Ast der ABS-Kurve, weil die ersten ABS-Bestimmungen erst nach dem Blattfall begonnen wurden.
7. Eine ABS-Inaktivierung kann durch Glukosidierung bedingt sein. Die gebundene Form, (+) Abscisyl- $\beta$ -D-Glukopyranosid, die ebenfalls extrahiert werden konnte, ist physiologisch nicht wirksam.
8. Da die Knospen auch im September und Oktober, wenn der ABS-Gehalt noch relativ niedrig ist, nicht austreiben, ist zu schließen, daß dieser Hemmstoff nicht der einzige die Ruhe regulierende Faktor ist.
9. Die Parameter, die an der Regulierung der Knospenruhe beteiligt sind, werden diskutiert.

### G. Literaturverzeichnis

- ABBOTT, O., 1923: Chemical changes at beginning and ending of rest period in apple and peach. Bot. Gaz. 76, 167-184.
- ALLEWELDT, G., 1959a: Die Wirkung der Gibberellinsäure auf einjährige Reben bei verschiedener Photoperiode. Vitis, 2, 23-33
- ALLEWELDT, G., 1959b: Austriebshemmung ruhender Knospen von Reben durch Gibberellinsäure. Naturwiss. 46, 434
- ANDREAE, W.A., M.A. VENIS, F. JURŠIĆ and T. DUMAS, 1968: Does ethylene mediate root growth inhibition by indole - 3 - acetic acid? Plant physiol. 43, 1375-1379
- APPLEMAN, C.O., 1916: Biochemical and physiological study of the rest period in the tubers of Solanum tuberosum. Bot. Gaz. 61, 265-294.
- ASKENASY, E. 1877: Über die jährliche Periode der Knospen. Bot. Ztg. 35, 793-815, 817-848.
- AVERY, G.S. Jr., P.R. BURKHOLDER and H.B. CREIGHTON, 1937: Production and distribution of growth hormone in shoots of Aesculus and Malus, and its probable role in stimulating cambial activity. Am. Journ. Bot., 24, 51-58.
- BENETT, J.P. and F. SKOOG, 1938: Preliminary experiments on the relation of growth promoting substances to the rest period in fruit trees. Plant physiol. 13, 219-225.
- BIGGS, R.H. 1966, 1967: Screening chemicals for the capacity to modify bud dormancy of peaches. Proc. Fla. St. hort. Soc. 79, 383-386.
- BLACK, M.W., 1953: The problem of prolonged rest in deciduous fruit trees. Report of the 13th Internat. Hort. Congress 1952, London 2, 1122-1131. London: Royal Horticult. Soc.
- BLOMMAERT, K.L.J., 1955: The significance of auxins and growth inhibiting substances in relation to winter dormancy of the peach tree. Science Bull. Ept. Agric. Union of S.Afr. No. 368.
- BOO, L., 1961: The effect of gibberellic acid on the inhibitor B complex in resting potato. Physiol. plant 14, 676-681.
- BRADLEY, M.V., J.C. CRANE, 1969: Gibberellin-induced inhibition of bud development in some species of prunus. Science 131, 825-826
- BRIAN, P.W., J.H.P. PETTY and P.T. RICHMOND, 1960: Extended dormancy of deciduous plants in autumn with gibberellic acid, Nature (Lond.) 184, 69

- BÜNNING, E. 1953a: Die Ursachen der Aktivitätssteigerung. Entwicklungs- und Bewegungsphysiologie der Pflanze, 49-72, Springer-Verlag
- BÜNNING, E. 1953b: Die Wirkung äußerer Reize auf Bewegung und Entwicklung. *ibid.* 335-351.
- BUTLER, O., 1923: A note of the significance of sugar in the tubers of *Solanum tuberosum*. *Bull. Torrey Bot. Club* 40, 110-118.
- CHANDLER, W.H. 1907: The winter killing of peach buds as influenced by previous treatment, *Missouri Agric. Exp. Stat. Bull.* 74, 1-47.
- CHANDLER, W.H. and TUFTS, W.P. 1934: Influence of the rest period on opening of buds of fruit trees in spring and on development of flower buds of peach trees. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 30, 180-186.
- CHAUDHRY, W.M., T.C. BROGER and L.C.T. YOUNG, 1970: Chemical changes associated with the breaking of the rest period in vegetative buds of *Pyrus communis*. *Physiol. plant.* 23, 1157-1169.
- CHAUDHRY, W.M. 1966: Chemical changes associated with the breaking of the rest period in hardy pear. *Diss. Abstr. Soc. B.* 27, 701.
- CHEBAN, A.J. 1968: Content and accumulation of nucleic acids in buds of wintering grape plant eyes of different stages on its seasonal development. *Fiziol. Rastenij* 15, 329-335
- CORNFORTH, J.W., B.V. MILBORROW and G. RYBACK, 1966: Identification and estimation of (+) - Abscisin II ("Dormin") in plant extracts by spectropolarimetry, *Nature* 210, 627-628.
- CORGAN, J.N. and C. PEYTON, 1970: Absciscic acid levels in dormant peach flower buds. *Jour. of the Am. Soc. Hort. Sci.* 95, (6), 770-771.
- DENNY, F.E. 1929: Chemical changes induced in potato tubers by treatments that break the rest period. *Am. Jour. Bot.* 16, 326-337.
- DÖRFFLING, K. 1967: (+)-Abscisin II (Dormin) in Ätherextrakt von Pisumsprossen. *Naturwissenschaften* 54, 23-24
- EIFERT, J. and A. EIFERT, 1966: Influence of temperature on the seasonal changes of carbohydrate metabolism during the dormancy of grape vine. *Nature (London)* 21, 1056-1057.
- EL-ANTABLY, H.M.M., P.F. WAREING, J. HILLMAN 1967: Some physiological responses to D.L-Abscisin (Dormin) *Planta* 73, 74-90.

- GARDNER, F.E. 1929: Composition and growth inhibition of dormant Bartlett pear shoots as influenced by temperature  
Plant physiol. 4, 405-434
- HARRIS, W.B., 1950: Bud burst delay of stone fruits, J.Dept. Agric. S. Austr. 53, 356-358.
- HENDERSHOTT, C.H. and D.R. WALKER, 1959: Identification of a growth inhibitor from extracts of dormant peach flower buds. Science 130, 798-800.
- HODGSON, F.R. 1924: Observations on the rest period of deciduous fruit trees in a mild climate. Proc. Amer. Soc. hort. Sci. 20, 151-155
- HOPKINS, E.F. 1924: Relation of low temperatures to respiration and carbohydrate changes in potato tubers. Bot. Gaz. 78, 311-325.
- HOWARD, W.L., 1906: Untersuchungen über die Winterperiode der Pflanzen. Inaug.-Diss. Halle
- 1910: An experimental study of the rest period in plants. The winter rest first report, Missouri Agric. Exp. Stat. Res. Bull. No. 1., 1-105
- 1915: An experimental study of the rest period in plants. Physiological changes accompanying breaking of the rest period. Missouri Res. Bull. 21, 1-72
- INGERSOLL, R.B. and O.W. SMITH 1970: Movement of (RS)-abscissic acid in the cotton explant. Plant physiol. 45, 576-578.
- JACKSON, T.H. 1955: The reaction of some horticultural crops to climates in east Africa, Rep. 14th intern. Hort. Congress 1463-1471.
- JAVARAYA, H.C., 1943: Bi-annual cropping of apple in Bangalore Ind. J. Hort. 1, 31-34.
- JEFFERY, C.W. 1951: Dinitro-cresol dormant sprays for combating delayed foliation on apples, pears and prunes. Union of S.A. Dept. of Agr. Sci. Bull. 325
- JOHANNSEN, W. 1900: Das Ätherverfahren beim Frühtreiben. Jena: Gustav Fischer
- KLEBS, G. 1914: Über das Treiben der einheimischen Bäume, speziell der Buche. Heidelberg, Akad. Wiss. Math.Naturwiss. Kl. Abh. 3, 1-114.
- KNIGHT, ., 1801: Zit. von Treviranus, L.Ch. Beiträge zur Pflanzenphysiologie, S. 112, Göttingen, H. Dieterich
- KOSHIMIZU, K., M. INUI, H. FUKUI and T. MITSUI 1968: Isolation of (+) -abscisyl- $\beta$ -D-glucopyranoside from immatures fruit of *Lupinus luteus*. Agric. biol. Chem. 32, 789-791

- LAMB, R.C. 1955: A study of rest period in the Lathan raspberry environmental conditions which affect the rest period and the relationship of rest to winter hardiness. Diss. Abstr. 15, 314-315.
- LOEFFLER, J.E. and J. VAN OVERBEEK, 1964: Kinin activity in coconut milk. In *Regulators naturels de la Croissance Vegetale* Centre National de la Recherche Scientifique, Paris 77-82.
- MacMILLAN, J. and R.J. PRYCE, 1969: Plant hormones-IX, phaseic acid, a relative of abscisic acid from seed of *Phaseolus multiflorus*. possible structures. *Tetrahedron* 25, 5893-5901.
- MAGOON, C.A. and I.W. DIX, (1943): Observations on the Responses of grape vines to winter temperatures as related to their dormancy requirement. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 42, 407-412
- MILBORROW, B.V., 1966: The effects of synthetic dl-Dormin (Abscisin II) on the growth of the oat mesocotyl. *Planta* 70, 155-171.
- 1967: The identification of (+)-Abscisin II [(+)-Dormin] in plants and measurement of its concentration, *Planta* 76, 93-113.
- 1970: The metabolism of abscisic acid, *Journ. of Exp. Botany* 21, (66), 17-29.
- MULLINS, M.G. 1965: Lateral shoot growth in horizontal apple stems. *Annals of Bot.*, 29, 73.
- MOLISCH, H. 1909: Über ein einfaches Verfahren, Pflanzen zu treiben (Warmbadmethode), Teil II. S.-B. Akad. Wissensch. Wien, math.-nat. Kl. Abt. I, 118, 637-691
- MÜLLER-THURGAU, H. 1882: Über Zuckeranhäufung in Pflanzenteilen in Folge niederer Temperatur. *Landw. Jahrb.* 11, 751-828.
- 1885: Beitrag zur Erklärung der Ruheperioden der Pflanzen. *Landw. Jahrbuch* 14, 851-907.
- NIGOND, J. 1960: Le retard au debourrement de la vigne par un traitement a l'acide  $\alpha$ -naphtalene acetique et la lutte contre les gèlées. *C.R. Acad. Agric. France*, 46 452-457.
- OHKUMA, K., J.L. LYON, F.T. ADDICOTT, O.E. SMITH, 1963: Abscisin II, abscission-decelerating substance from young cotton fruit. *Science* 142, 1592.
- ONDERDONK, G. 1887: Peach culture in the extreme southwest. *Rep. U.S. Comm. Agric.* 648-651.

- OPPENHEIMER, Ch. and E. STOR, 1968: Breeding of apples for a subtropical climate. II. Analysis of 2 F<sub>2</sub> and 9 backcross populations. Theoretical and App. Genetics 38, 97-102.
- OVERBEEK, J. van, J.E. LOEFFLER, 1967: Dormin (Abscisin II), Inhibitor of plant synthesis. Scienc, 156, 1497-1499
- OVERCASH, J.P. and CAMPBELL, J.A. 1955: The effects of intermittent warm and cold periods on breaking the rest period of peach leaf Buds. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 66, 87-92.
- POJARKOVA, A. 1924: Winterruhe, Reservestoffe und Kälteresistenz bei Holzpflanzen. Ber. deutsch. Gesellschaft 42, 420-429.
- POUGET, R. and M. RIVES 1958: Action de la rindite sur la dormance de la vigne (*Vitis vinifera* L.). Acad. des. Sci. Paris, Compt. Rend, 246, 3664-3666.
- POUGET, R. 1963: Recherches physiologiques sur le repos vegetatif de la vigne (*Vitis vinifera*): la dormance des bourgeons et le mecanisme de sa disparition. These, Bordeaux
- POUGET, T., 1965: Action de la Chlorpromazine sur la dormance de la vigne (*Vitis vinifera* L) Ann. physiol. veg. 7, 283-293.
- RAMSAY, J. and G.C. MARTIN 1970: Seasonal changes in growth promoters and inhibitors in Buds of Apricot. J. Am. Soc. Hort. Sci. 95 (5), 569-574.
- REUTHER, G. 1968: Zur Physiologie der Frostresistenz bei Vitis Die Weinwissenschaft 23, 372-379.
- SAMISH, R.M., 1945: The use of dinitrocresol-mineral oil sprays for the control of prolonged rest in apple orchards J. Pomol. and Hort. Sci. 21, 164-179.
- SANKHLA, N. und D. SANKHLA, 1968: Reversal of (+)-abscisin II induced inhibition of lettuce seed germination and seedling growth by kinetin. Physiol. Plant 21, 190-195.
- SCHRAUDOLF, H. 1969: VI. Wachstum. Fortschritt der Botanik 31, 123-143.
- SCHRAUDOLF, H. 1970: VI. Wachstum. Fortschritt der Botanik 32, 109-129.
- SIMON, S.V. 1906: Untersuchungen über das Verhalten einiger Wachstumsfunktionen sowie der Atmungsfähigkeit der Laubgehölze während der Ruheperiode. Jb. wiss. Bot. 43, 1-28.
- SMITH, R.E. 1907: Report of the plant pathologist. Calif. Agr. Exp. Sta. Rep. 221-256.

- TAYLOR, H.F. and R.S. BURDEN 1970: Identification of plant growth inhibitors produced by photolysis of Violaxanthin. Photochemistry, 2, 2217-2223.
- THOMAS, T.H., P.F. WAREING, P.M. ROBINSON 1965: Action of the sycamore "Dormin" as a gibberellin antagonist. Nature 205, 1270
- VALIO, I.F.M. and W.W. SCHWABE, 1970: Growth and dormancy in *Lunularia cruciata* (L.) Dum.VII. The isolation and bio-assay of lunularia acid. Journ. Exp. Bot 21, (66), 138-150.
- VARGA, M.B., L. FERENCZY, 1956: Effect of "rindite" on the development of growth substances in potato tubers. Nature 178, 1075.
- VILLIERS, T.A. 1968: An autoradiographic study of the effect of the plant hormone abscisic acid on nucleic acid and protein metabolism. Planta 82, 342-354.
- VRIES, P. de, 1910: De l'influence du froid artificiel sur les plantes de forçage, Rep. 5th internat. Hort. Congr. (Brüssel)
- WAREING, P.F. 1954: Growth studies in woody species VI. the Locus of photoperiodic perception in relation to dormancy. Physiol. plant. 7, 261-277.
- 1969: Germination and dormancy. Physiology of plant growth and development, M.B.Wilkins, Mac Graw-Hill, London, 605-644.
- WEAVER, R.J. 1959: Prolonging Dormancy in *Vitis vinifera* with gibberellin, Nature 183, 1198-1199.
- WEAVER, R.J., S.B. MCCUNE and B.G. COOMBE, 1961: Effects of various chemicals and treatments on rest period of grape buds. Amer. J. Enol. Viticult. 12, 131-142.
- WEAVER, R.J. 1963: Use of kinins in breaking rest in buds of *Vitis vinifera*, Nature 198, 207-208.
- WEAVER, R.J., KANG YEOU-DER, M.R. POOL 1968: Relation of plant regulators to bud rest in *Vitis vinifera*, Vitis 7, 206-212.
- WEIGL, I. 1969a: Einbau von Auxin in gequollene Lecithin-Lamellen. Z. Naturforsch. 24b, 365-366.
- 1969b: Spezifität der Wechselwirkung zwischen Wachstumsstoffen und Lecithin. *ibid.* 24b, 367-368.
- 1969c: Wechselwirkung pflanzlicher Wachstumshormone mit Membranen, *ibid.* 24b, 1046-1052.

- WELDON, G. 1934: Fifteen years study of delayed foliation of deciduous fruit trees in sothern california. Monthly Bull. Calif. Dept. Agr. 23, 7-9, July-Sept.
- WICKENS, G.W. 1931: Horticultural notes, J.Dept. Agric. West. Australia 8, 390-392.
- WEINBERGE, J.H. 1940: Studies on the use of certain dinitro-phenol compounds to break the rest period in peach trees. Proc. Americ. Soc. Hort. Sci. 37, 353-358.
- 1950: Prolonged dormancy of peaches, Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 56, 129-133.
- 1969: The stimulation of dormancy peach buds by a cytokinin. Hortscience 4, (2), 125-126
- YARNELL, S.H. 1940: Texas Studies on the cold requirements of peaches. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 37, 349-352.

Den Herren Professoren Dr. W. Gruppe und Dr. G. Reuther möchte ich an dieser Stelle für die Themenstellung und für ihre ständige, vielseitige Unterstützung herzlich danken.

Den Herren Professoren Dr. H. Schraudolf und Dr. W. Feucht danke ich von Herzen, weil sie mir nicht nur wertvolle Hinweise und Anregungen gaben, sondern mich in zahlreichen Diskussionen mit physiologischen Problemen vertraut machten.

Mein besonderer Dank gilt dem Institutsleiter für Wein- sowie für Obstbau in Geisenheim, von dem mir das Untersuchungsmaterial in großzügigster Weise überlassen wurde und vor allem allen Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen des Botanischen Instituts in Geisenheim, sowie den Mitarbeitern auf dem Versuchsfeld Nidderau/Heldenbergen, ohne deren Geduld und stete Hilfsbereitschaft es nicht möglich gewesen wäre, die Untersuchungen durchzuführen.



## Lebenslauf

Am 23. März 1941 wurde ich als jüngster von sechs Söhnen des Elektroingenieurs Cheng, Tang-Po und seiner Ehefrau Huang, Hang in Hsinchu (Taiwan) geboren.

Ich besuchte die Volksschule (1947-1953) und anschließend die Mittelschule (1953-1959) in Hsinchu und begann im Herbst 1959 das Studium im Department of Horticulture der National Taiwan-University in Taipei. Im Juni 1963 beendete ich mein Studium mit dem Grad eines Bachelor of Science in Agriculture und leistete anschließend bis zum Juni 1965 meinen Militärdienst beim Marine-Corps ab.

Von August 1965 bis Mai 1967 war ich als Assistent an der National Taiwan-University in Taipei.

Im Frühjahr 1967 erhielt ich ein Forschungsstipendium des DAAD. So kam ich im September 1967 nach Geisenheim an die Hessische Lehr- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau, nachdem ich zuvor vier Monate lang einen Sprachkurs am Goethe-Institut in Schwäbisch-Hall absolviert hatte. Ich arbeitete im Institut für Botanik der Lehranstalt und führte dort mehrere Untersuchungen bei Herrn Professor Reuther durch. Im Sommersemester 1968 immatrikulierte ich mich an der Landwirtschaftlichen Fakultät der Justus Liebig-Universität in Giessen und legte im April 1969 die Diplomprüfung ab.





